PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 13. | 1. Juli 1905. | 6. Jahrgang.

Redaktionsschluß für No. 14 am 12. Juli 1905.

INHALT:

Originalmitteilungen:
J. Hartmann, Bestimmung der Wellenlängen im Spektrum des Gieselschen Emaniums. S. 401.
A. Schmidt, Über die Radioaktivität einiger Süßwasserquellen des Taunus. II. S. 402.
V. Conrad, Messungen der Elektrizitätszerstreuung auf dem Sonnblick. S. 406.
A. Voller, Die Eigenschaften geringer Radiummengen. S. 409.
H. Basler u. W. Peters, Nochmals die N-Strahlen-Frage. S. 411.
S. Guggenheimer u. A. Korn, Divergenz von Elektroskopblättchen im Vakuum infolge von Belichtung. 2. Mitteilung. S. 412.
M. Seddig, Versuche über den „elektrostatischen Auftrieb". S. 414.
A. Pflüger, Zur Deutung des Erdmagnetismus. S. 415.
R. W. Wood, Anomale Dispersion der magnetischen Drehung der Polarisationsebene. S. 416.
R. Lucas, Über den Temperaturunterschied von glühendem Platin und schwarzem Körper bei gleicher photometrischer Helligkeit. S. 418.
A. Fleckenstein, Eigenschaften von Salzlösungen in Gemischen von Alkohol und Wasser. S. 419.
B. C. Felipe, Über die Leitfähigkeit der Schwefelsäure bei verschiedenen Temperaturen. S. 422.

Besprechungen:
L. Königsberger, C. G. J. Jacobi. S. 429.
F. Bremer, Leitfaden der Physik für die oberen Klassen der Realanstalten. S. 429.
Koppe-Husmann, Anfangsgründe der Physik mit Einschluß der mathematischen Geographie. S. 430.
F. Junker, Physikalische Aufgaben aus dem Gebiet des Magnetismus und der Elektrizität. S. 431.
G. Jäger, Theoretische Physik. S. 431.
A. Riehl, H. v. Helmholtz in seinem Verhältnis zu Kant. S. 432.
C. Frenzel, Über die Grundlagen der exakten Naturwissenschaften. S. 432.

Berichtigung. S. 432.
Zuschriften an die Redaktion. S. 432.
Personalien. S. 432.
Gesuche. S. 432.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Bestimmung der Wellenlängen im Spektrum des Gieselschen Emaniums.

Von J. Hartmann.

In meiner früheren Mitteilung über das Spektrum des Emaniumlichtes[1]) sprach ich die Hoffnung aus, daß es mir mit einem lichtstärkeren Spektrographen noch möglich sein werde, die Lage der äußerst schwachen Linien im gelben und grünen Teile des Spektrums genauer zu bestimmen. Ich habe diese Untersuchung unter Benutzung desselben Gieselschen Präparates, welches seine Leuchtkraft unvermindert beibehalten hat, nun zu Ende geführt und will hier das Ergebnis meiner Messungen mitteilen.

Der bei den Aufnahmen verwendete Spektrograph S wurde mir von Herrn Prof. v. Drygalski aus dem Inventar der Deutschen Südpolarexpedition, für welche ich den Apparat seinerzeit vorbereitet hatte, freundlichst zur Verfügung gestellt. Der nach Angaben von Prof. Scheiner gebaute Spektrograph enthält ein Flintglasprisma von 60° und als Objektive von Kollimator und Kamera zwei Zeißsche Planare von 30 mm Öffnung und 110 mm Brennweite. Er erreicht daher ziemlich die äußerste Grenze der Lichtstärke und ist zur Aufnahme lichtschwacher Spektra sehr geeignet; die lineare Ausdehnung der Spektra ist allerdings so gering, daß, namentlich im weniger brechbaren Teile des Spektrums, die Wellenlängen nur auf 1 *AE* gemessen werden können, was bei der Untersuchung so lichtschwacher Spektra jedoch vollkommen ausreichend ist.

1) Diese Zeitschr. **5**, 570, 1904.

Da der Apparat wegen der Glasmassen seiner Objektive die kurzen Wellenlängen stark absorbiert, so habe ich zur Untersuchung des ultravioletten Teils des Spektrums einen gleichfalls sehr lichtstarken Quarzspektrographen, der kürzlich in der Zeitschrift für Instrumentenkunde[1]) beschrieben wurde, benutzt. Die mit diesem Apparat gemachten Aufnahmen sind mit Q bezeichnet.

Die Wellenlängen beruhen auf der Ausmessung folgender sechs Platten:

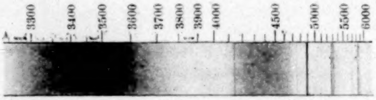
Platte	S 23	135	Stunden	belichtet
„	S 24	191	„	„
„	S 25	170	„	„
„	Q 100	36	„	„
„	Q 101	24	„	„
„	Q 102	48	„	„

λ	F	Beschreibung
3250		Anfang eines kontinuierlichen Bandes
3560		Intensitätsmaximum des Bandes
3810		Ende des Bandes
4070		Anfang eines schwächeren kontin. Bandes
4340		Maximum desselben
4720		Ende des Bandes
4137	± 3 *AE*	Sehr matte, feine Linie
4743	4	Sehr matte, feine Linie
4885,4	0,1	Hauptlinie, Breite etwa von 4879—4894
5287	10	Schwächere, sehr breite und, besonders nach Rot hin, verwaschene Linie, etwa von 5245—5320; wahrscheinlich ist dies eine Doppellinie, deren stärkere Komponente bei 5272, die schwächere bei 5306 liegt
5704	10	Äußerst matte Linie, Existenz nicht ganz sicher
5838	10	Breite, verwaschene Linie, noch etwas schwächer als 5287; Breite von 5800 bis 5900

1) Zeitschr. f. Instrumentenk. **25**, 161, 1905.

Die früher von mir angegebene Wellenlänge der Hauptlinie 4885,4 wurde durch die neuen Messungen genau bestätigt, dagegen ist die Wellenlänge der letzten, früher nur sehr unsicher gemessenen, Linie erheblich geändert worden. Außerdem haben die neuen Aufnahmen noch den sicheren Nachweis der beiden Linien 4137 und 4743 ermöglicht, während die Existenz der nur auf einer Platte angedeuteten Linie 5704 unsicher bleibt. Unter F ist in der Tabelle die wahrscheinliche Unsicherheit der Wellenlängen angegeben.

Die folgende Figur zeigt das Gesamtbild des Spektrums (negativ).



Was die Deutung dieses Spektrums anbetrifft, so konnte dieselbe nach meiner schon früher geäußerten Ansicht in zwei Richtungen gesucht werden. Erstens konnte man annehmen, daß ein von der Substanz mechanisch festgehaltenes Gas durch die Strahlung der Emanation zum Leuchten erregt würde, ähnlich wie Sir William und Lady Huggins[1]) im Lichte von Radiumpräparaten das Bandenspektrum des Stickstoffs fanden. Meine Wiederholungen des Hugginsschen Versuches haben jedoch bisher nur ein negatives Resultat ergeben, indem ich mit zwei verschiedenen Radiumpräparaten sowohl in Luft, als auch in Wasserstoff nur ein kontinuierliches Spektrum und keine Spur eines Gasspektrums erhalten habe.

Zweitens konnte man vermuten, daß Spuren einer in der Substanz in fester Lösung enthaltenen Edelerde durch die Strahlung zum Fluoreszieren gebracht würden. Diese letztere Vermutung hat sich nun in der Tat bestätigt, da es Herrn Giesel[2]) gelungen ist, durch Lösung geringer Mengen von Didym in Lanthanchlorid, welches ja auch die Hauptmasse seines Emaniumpräparates bildet, ein dem Emaniumspektrum sehr ähnliches Fluoreszenzspektrum zu erzeugen.

Ob das Emaniumspektrum mit dem Didymspektrum völlig identisch ist, kann erst durch eine genauere Ausmessung des letzteren festgestellt werden, die ja bei der erheblich größeren Lichtstärke, die dasselbe bei der Erregung durch Kathodenstrahlen besitzt, keinerlei Schwierigkeit macht. Gerade um diese Vergleichung mit dem Didymspektrum zu ermöglichen, hielt ich die tunlichst genaue Untersuchung des Emaniumspektrums auch dann noch für erwünscht, als es das besondere physikalische Interesse verloren hatte, auf welches die erwähnte Deutung desselben als Gasspektrum hinwies. Immerhin bleibt es auch eine beachtenswerte Erscheinung, daß ein bei niedriger Temperatur ohne äußere Energiezufuhr leuchtender fester Körper ein Spektrum besitzt, welches nicht nur ziemlich scharfe Linien, sondern auch ein im Ultraviolett gelegenes Intensitätsmaximum besitzt.

Potsdam, Astrophysik. Observatorium, Mai 1905.

(Eingegangen 23. Mai 1905.)

1) Proceedings of the R. Soc. of London **72**, 196 u. 409, 1903.

2) Berichte der Deutschen Chem. Ges. **38**, 775, 1905.

Über die Radioaktivität einiger Süßwasserquellen des Taunus. II.[1])

Von A. Schmidt.

Die in Nr. 2 dieses Jahrgangs angekündigte fernere Untersuchung von Süßwasser- und Mineralquellen des Taunus auf Radioaktivität[2]) hat noch einige bemerkenswerte Resultate ergeben, die hier mitgeteilt werden mögen. Ausführliches darüber findet man in dem eben erschienenen Osterprogramm des hiesigen Realgymnasiums, dem einige der hier folgenden Mitteilungen wörtlich entnommen sind.

A. Süßwasserquellen.

1. Zunächst erfuhren die in dem eingangs erwähnten Aufsatze S. 36 mitgeteilten Abfallsreihen des mittels der Quellen II, III und I aktivierten Bleidrahtes eine kleine Veränderung durch den dort vernachlässigten Abzug der zugehörenden Luftaktivitäten 0,16, 0,47 und 0,43; eine Änderung der Schlußfolgerungen wurde hierdurch nicht bedingt.

2. Zulässigkeit der Größe A[3]) anstatt der Größe A_k als Maß der Aktivität. Die auf A_k bezügliche Schlußfolgerung gilt ohne weiteres auch für A, wenn die Konstanz des Potentialabfalls innerhalb der ersten Versuchsstunde eintritt; dies war bei den meisten der untersuchten Quellen der Fall. Erfolgt der Eintritt der Konstanz erst am Ende der ersten Versuchsstunde oder später, so hat das Experiment das entscheidende Wort. Demgemäß wurde am 10. Februar l. J. Nm. 3^h 30 der Quelle „Eiserne Hand" — welche von den untersuchten Süßquellen die stärkste Aktivität zeigt und für welche die Konstanz erst am Schlusse

1) Diese Zeitschr. **6**, 34, 1905.

2) Diese Zeitschr. **6**, 34, 1905.

3) Diese Zeitschr. **6**, 35, 1905, rechts oben.

der ersten Stunde eintritt — eine Flasche Wasser entnommen und das Wasser von 5^h 10 Nm. an der Luftprobe unterzogen, wobei sich $A = 194{,}1$ ergab. Das Versuchswasser wurde dann tags darauf von 6^h 53 Nm. an bei gleicher Versuchstemperatur (13^0) abermals der Luftprobe unterworfen. Es bewirkte den Potentialabfall 4,9 Volt. Die Luftaktivität war 4; also ist $A = 0{,}9$, d. h. = einem hart an der Genauigkeitsgrenze der ganzen Methode gelegenen Werte. Die Entaktivierung war also auch jetzt eine so vollständige, daß der etwaige Rest bei Vergleichungen nicht ins Gewicht fällt.

Die für A_k gezogenen Schlüsse gelten also auch für das A der Süßquellen.

Es mag auffallen, daß die Prüfung des Versuchswassers hier wie auch früher schon nicht unmittelbar an den vorangehenden Versuch angeschlossen wurde. Das wäre aber nur möglich, wenn man über zwei gleiche Versuchsanordnungen — Apparate und Verbindungsstücke — verfügte. Die Aktivität haftet nämlich mit großer Zähigkeit in den Apparaten, vorzugsweise, wie es scheint, in den Metallteilen derselben. Das Auswischen der Metallglocke mit reinen Tüchern tut zwar gute Dienste, entaktiviert sie aber nicht immer völlig; dabei ist das Innere der übrigen Apparate unzugänglich. Bestimmt man daher bald nach einem ersten Versuch, bei dem namhafte Aktivivität (50 bis 200 Volt Abfall) auftrat, die Luftaktivität, so erhält man einen viel zu großen Wert, manchmal den 3 bis 10fachen Betrag des wahren Wertes. Ich half mir schließlich, indem ich alle Versuchsteile, soweit das angängig war, vor die Wasserluftpumpe des Laboratoriums schaltete und 3 bis 4 Stunden einen konstanten Luftstrom durch sie schickte. Die Hahnluftpumpe mußte durch mehrere Hundert Kolbenhube besonders entaktiviert werden. Dieser leidige Umstand macht die Experimente noch viel zeitraubender, als sie ohnehin schon sind. Die folgende Untersuchung gibt dafür einen neuen Beleg.

3. Einfluß der Versuchstemperatur. Die Betrachtung der Tabelle, S. 35, könnte die Vermutung entstehen lassen, daß die Abnahme der Aktivität von Quelle I bis Quelle III von der Abnahme der Versuchstemperaturen von 17^0 über 15^0 bis 12^0 herrühre. Das folgende Experiment widerlegt diese Vermutung.

Am 7. Dezember v. J. vormittags 7^h wurden am Wahlsborn zwei Flaschen abgefüllt, von denen die eine von 9^h 25 vormittags an bei einer konstanten Versuchstemperatur von $+2^0$ untersucht wurde. Es ergab sich $A_k = 164{,}4$. Die zweite Flasche wurde nachmittags von 6^h 02 an bei einer Temperatur von 32^0 geprüft; es war $A_k = 143{,}5$. Aus den Beobachtungen derselben Quelle am 28. und 30. Oktober hatte sich für 48^h der Abfallsfaktor $\frac{110}{130{,}9}$ ergeben. In 48^h würde also A_k von 164,4 auf $164{,}4 \cdot \frac{110}{130{,}9} = 138{,}2$ sinken, einen Verlust von 26,2 Volt erfahren. Da die beiden Versuche am 7. Dezember um 8^h 37 auseinander lagen, so beträgt der Abfall für das Vormittagsresultat $\frac{26{,}2}{48} \cdot \frac{517}{60} = 4{,}7$ Volt. Auf gleiche Zeiten — 6^h 02 Nm. — bezogen, ist also für die Temperatur 2^0 $A_k = 164{,}4 - 4{,}7 = 159{,}7$; für 32^0 aber $A_k = 143{,}5$.

Somit entspricht der höheren Versuchstemperatur unter sonst gleichen Umständen die niedere Aktivität.

Nach den seitherigen Ergebnissen kann das nicht überraschen. Die höhere Temperatur begünstigt die Luft- und Dampfblasenbildung in der Flüssigkeit, deren Entweichen mit einem Verluste an Aktivität verbunden ist.

Zu weiteren Versuchen über den Zusammenhang zwischen Versuchstemperatur und Aktivität bin ich nicht mehr gekommen.

Es folgt aus dem allen, daß die Vergleichung der Aktivitäten zweier Quellen je nach dem Datum der Prüfung und der Versuchstemperatur zu verschiedenen Resultaten führen kann. Sollen diese Vergleichungen eine einheitliche Basis erhalten, so wird zur Feststellung der Monats- und Jahresmittel bei gleichen Versuchstemperaturen geschritten werden müssen. Von einem einzelnen, zumal wenn seine Arbeitskraft großen Teiles von dem Berufe absorbiert wird, und unter Anwendung eines einzigen Apparates kann diese Arbeit nur für wenige Quellen ausgeführt werden. Soll sie sich über ein größeres Gebiet, z. B. über den ganzen Taunus erstrecken, so werden mehrere Beobachter mit gut übereinstimmenden Instrumenten zusammenwirken müssen. Unvermeidlich wird die Arbeit werden, wenn sich, was nicht ausgeschlossen ist, herausstellen sollte, daß die Aktivität der Quellen eine neue Waffe für die Geologie darstellt.

4. Abklingen der Aktivität der Quellen. Behufs Ermittelung des Abfalls der Aktivität mit der Zeit wurde dem Wahlsborn (II) am 28. Oktober v. J. Nm. 4^h 15 bis 4^h 30 eine größere Menge Wasser in 11 Flaschen entnommen, von denen die erste an demselben Tage untersucht wurde, während die übrigen verkorkt aufbewahrt und in Zeitabständen von zwei und drei Tagen nach der Luftmethode geprüft wurden. In der umstehenden Figur sind die Zeiten als Abszissen, die zugehörigen Aktivitäten A_k als Ordinaten abgetragen; die Kurve I der Aktivitäten gibt ein anschauliches

Bild des Abfalls derselben. Am 30. November war keine Aktivität mehr nachzuweisen.

Die Abklingungskurve lehrt: Die Aktivität der Quelle sinkt in rund vier Tagen auf die Hälfte, in acht Tagen auf ein Viertel, in 12 Tagen auf den achten Teil des Anfangswertes herab. Genauer noch tritt dieser Abfall nach 3,7, $2 \times 3{,}7$, $3 \times 3{,}7$ usw. Tagen ein.

Das ist aber das Gesetz des Abfalls der Radiumemanation.[1]) Das praktische völlige Abklingen der Aktivität nach rund vier Wochen steht damit in gutem Einklang.

Damit erhält der S. 36 unter 3 gezogene Schluß speziell für Quelle II eine neue Stütze, während zugleich die unter 2 ausgesprochene Vermutung an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

5. Neu untersuchte merkwürdige Süßwasserquellen.

Bei den ferneren Versuchen ist das Verhältnis $\frac{A_0}{A_1}$ oder $\frac{A_{k_0}}{A_{k_1}}$ mit λ bezw. λ_k bezeichnet und „Abfallszahl" der Quelle genannt. Hiernach ist die folgende Zusammenstellung der Versuchsresultate für zwei merkwürdige Süßquellen — für Quelle IV und Quelle V — ohne weiteres verständlich.

also langsamer ab, als der demselben Gebirgszuge angehörende Wahlsborn. Seine Aktivität kann darum nicht als die des Radiums angesprochen werden.

B. Mineralquellen.

Die Untersuchungsmethode war die seitherige; sie erstreckte sich auf vier Eisensäuerlinge, die alle dem westlichen Taunus angehören; in der Tabelle sind sie mit VI, VII, VIII und IX bezeichnet. Zwei derselben müssen aus hier nicht wiederzugebenden Gründen ungenannt bleiben, sie sind als Quellen X und Y angeführt.

Für den „Dinkholder" ist die Abklingungskurve in der Figur S. 405 unter II gezeichnet. Seine Aktivität stimmt dem Charakter nach mit dem der Süßquellen, den Marienbrunnen ausgenommen, überein.

Die relativ geringe Aktivität des Wassers der Eisensäuerlinge findet in der lebhaften Gasentwicklung gerade so ihre Erklärung, wie die entsprechend geringe des Wassers der meisten Wiesbadener Thermen. Vergl. den oben zitierten ersten Aufsatz in dieser Zeitschrift S. 36, r.

Tabelle.

	Datum der Abfüllung	Beginn des Experimentes	Versuchstemperatur	A	A_x	Aktiviert den *Pb* Draht	λ	λ_x	Charakter der Aktivität
IV. Quelle „Eiserne Hand" Nordhang der „Eisernen Hand" ca. 400 m Meereshöhe	19. Dez. 04. 3^h 30 Nm.	6^h 36 Nm.	13^0	181,3	226,8	ja	2,03	2,005	Radium
V. Marienbrunnen Nerothal	12. Dez. 04 4^h Nm.	5^h 28 Nm.	12^0	81,8	90,7	?	1,78	1,71	? Wahrscheinl. nicht Radium
VI. Eisensäuerling „Dinkholder" oberhalb der Stadt Braubach	28. Dez. 04 8^h 30 Vm.	4^h 30 Nm.	$10{,}2^0$	61,7	80,8	nein	1,98	1,95	Radium
VII. Quelle „Sauerthal"	14. Sept. 11^h Vm.	4^h 40 Nm.	$20{,}5^0$	31,7	?	?	?	?	?
VIII. Quelle X	24. Aug. $6-7^h$ Vm.	4^h 10 Nm.	18^0	17,2	?	?	?	?	?
IX. Quelle Y	"	6^h 30 Nm.	18^0	43,5	?	?	?	?	?
X. Therme „Kurtz"	8. Okt. 9^h Vm.	10^h 40 Vm.	22^0	281	309,9	ja	1,86	1,84	? Radium + ?

Die Quelle IV ist durch hochgradige Aktivität ausgezeichnet. Sie übertrifft darin alle bis jetzt untersuchten Quellen mit Ausnahme der Thermalquelle Kurtz.

Die Abfallszahl der Quelle V weicht erheblich von 2 ab; außerdem zeigte das in einer verkorkten Flasche aufbewahrte Wasser derselben noch 33 Tage nach der Entnahme die Aktivität $\lambda_k = 3{,}7$. Der Marienbrunnen klingt

[1]) Curie u. Laborde, C. R. 138, 1150, 1904. Die Radioaktivität von Fred. Soddy, übersetzt von Prof. G. Siebert, S. 138, 140.

Damit steht die Aktivität der Gase der Quellen X und Y in gutem Einklang. Von jedem der beiden Quellengase wurden 600 cm^3 mittels eines provisorisch aus Flaschen und Röhren hergestellten Gasometers in die Wulfsche Flasche gefüllt und dann genau wie das Wasser der Quellen auf Aktivität geprüft. Das Gas wurde also in dem Zustande untersucht, in welchem es der Quelle entwich, nur wurde es in den Trockenröhren vom Wasserdampf befreit. Die Ergebnisse waren:

	Datum der Gasentnahme 5. September 1904.	Versuchszeit
Quelle X	6^h vorm.	3^h nachm.
Quelle Y	„	7^h 40 nachm.

	Versuchstemperatur	Barometerstand	A
Quelle X	20^0	752,6	62,7
Quelle Y	18^0	„	92,5

Da die Luftaktivität bei dem ersten Versuche = 3,9 war, so ist die des Gases 62,7 : 3,9 mal, d. h. rund 16 mal größer. Diese Aktivität teilten 600 cm^3 dem rund 18 fachen Volumen der Luft im geschlossenen Kreise mit. Auf gleiche Volumina bezogen, ist also die Aktivität der Gase der Quelle X die 16 × 18 fache, d. i. die 288 fache derjenigen der Luft. Ein analoges Resultat ergibt Quelle Y.

Unter diesen Umständen muß der Charakter der Aktivität sowohl aus dem Abklingen der Aktivität des Gases als auch aus demjenigen eines mittels des Gases aktivierten Bleidrahtes unschwer festgestellt werden können. Endlich dürfte auch der in den Abflußröhren unzweifelhaft stark angehäufte Sinter ein bequemes Versuchsobjekt abgeben. Leider mußte ich auf alle diese Untersuchungen verzichten.

C. Thermalquelle Kurtz.

Die Quelle steht nach der Analyse des Laboratoriums Prof. Meineke u. Gen. den städtischen Thermen, insbesondere dem Kochbrunnen in chemischer Hinsicht sehr nahe, ist aber in ihren physikalischen Eigenschaften von ihnen sehr verschieden. Sie zeigt keine direkt wahrnehmbare Gasentwicklung, ihre Temperatur beträgt 31^0 und ihre Aktivität ist ihren Hauptmerkmalen nach aus der Tabelle zu ersehen.

Die Abfallsreihe der dem Bleidrahte mittels der Preßluft der Quelle mitgeteilten Aktivität[1]) ist

J_0	J_{15}	J_{30}	J_{45}	J_{60}	J_{75}	J_{90}	J_{105}	J_{120}
—	8,4	7,3	5,2	3,3	3,15	2,6	2	1,4

Die Quotienten der einzelnen Glieder in die entsprechenden der Radiumreihe sind:

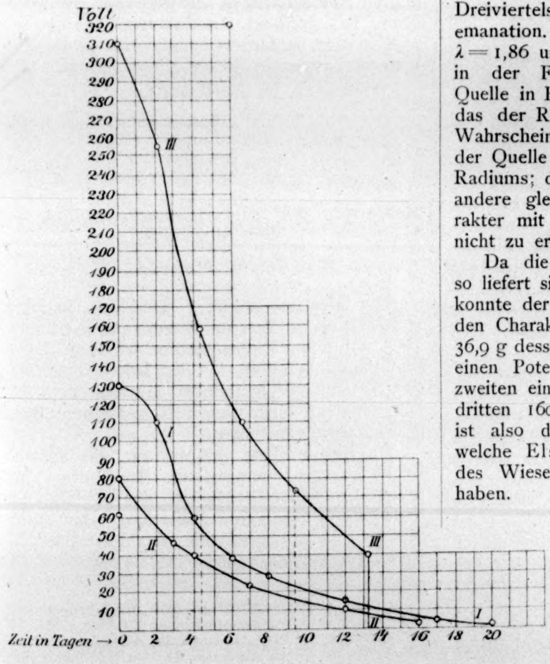
10,99 10,68 12,06 14,76 11,71 10,58 10,15 10,57

Mittel: 11,44.

Bringt man die Radiumreihe durch Division mit 11,44 auf den Zahlenrang der Versuchsreihe, so erhält man:

J_{15}	J_{30}	J_{45}	J_{60}	J_{75}	J_{90}	J_{105}	J_{120}
8,07	6,82	5,48	4,26	3,23	2,4	1,77	1,29.

Hiernach ist man geneigt, die Aktivität als die des Radiums anzusprechen; aber die Betrachtung der Koeffizientenreihe lehrt: während der ersten halben Versuchsstunde stimmt der Abfall mit dem der Radiumemanation überein, in der folgenden Dreiviertelstunde vollzieht er sich rascher und deckt sich dann in der letzten Dreiviertelstunde fast genau mit dem der Radiumemanation. Zieht man noch die Abfallszahlen $\lambda = 1{,}86$ und 1,84, sowie das durch Kurve III in der Figur dargestellte Abklingen der Quelle in Erwägung, das langsamer erfolgt als das der Radiumemanation, so ergibt sich mit Wahrscheinlichkeit der Schluß: die Aktivität der Quelle Kurtz ist in erster Linie die des Radiums; doch kommt mit dieser Aktivität eine andere gleichzeitig zur Wirkung, deren Charakter mit den hier beschriebenen Hilfsmitteln nicht zu ermitteln ist.



Da die Quelle keinen Abflußkanal besitzt, so liefert sie nur sehr wenig Sedimente; darum konnte der Sinter nur auf den Grad, nicht auf den Charakter der Aktivität geprüft werden. 36,9 g desselben bewirkten in der ersten Stunde einen Potentialabfall von 118,4 Volt, in der zweiten einen solchen von 142 Volt und in der dritten 160 Volt. Die Aktivität des Sinters ist also die fünf- bis achtfache derjenigen, welche Elster und Geitel[2]) an dem Sinter des Wiesenbades im Erzgebirge beobachtet haben.

Auch das Salz der Quelle ist aktiv. Unter dem 21. Dezember v. J. überließ mir Herr Dr. Kurtz ein Quantum des von ihm aus der

1) S. o. S. 35 r.

2) Elster u. Geitel, Zeitschr. für Instrumentenkunde 24, 197, Juli 1904.

Quelle gewonnenen Salzes. Tags darauf bewirkten 63,6 g des Salzes in der ersten Versuchsstunde einen Potentialabfall von 4,7 Volt und in den drei folgenden nur einen solchen von 4,2 Volt. Das Salz ist also schwach aktiv. Um den Einfluß der Lösung zu prüfen, wurden am 4. Januar l. J. 81,1 g des Salzes in 600 cm^3 Wasser unter Vermeidung des Kochens gelöst; die Lösung war nur eine sehr unvollständige. Auf die so erhaltene, trübe und viel ungelösten Rückstand enthaltende Flüssigkeit wurde die Luftmethode angewandt, die bei einer Temperatur von $10,5^0$ $A = 3,3$ in der ersten und 3,6 in der zweiten Versuchsstunde ergab. Der Unterschied der Aktivität der Lösung von der des festen Salzes ist hiernach nicht groß.

Die Lösung wurde in einer verkorkten Flasche aufbewahrt und am 20. Januar bei einer Temperatur von 13^0 abermals untersucht. Es ergab sich $A = 1,5$ Volt. Endlich wurde am 2. März durch dieselbe Flüssigkeit eine Stunde lang die Luft des geschlossenen Kreises gepreßt und am folgenden Tage die Aktivität bei $14,5^0$ festgestellt; es war $A = 2,4$ Volt. Vom 20. Januar bis zum 2. März hat also die Aktivität der Lösung zugenommen und das Durchpressen der Luft war nicht imstande, die Aktivität zu entführen, wie es bei den Süßquellen der Fall war.

Damit ist aber die Anwesenheit eines aktiven Elementes — wohl des Radiums — in dem Salze und nicht bloß die der Emanation des Elementes festgestellt.

Die Versuche nach dieser Richtung hin sind noch nicht abgeschlossen.

Bei der großen Übereinstimmung der chemischen Beschaffenheit der Thermen Kurtz und der städtischen Warmquellen kann das Resultat wohl auch auf die letzteren übertragen werden. Unter dieser Voraussetzung erhält die Erklärung, welche ich in der ersten Mitteilung für die trotz lebhafter Gasentwicklung vorhandene relativ hohe Aktivität des Wassers der Schützenhofquelle gegeben habe, eine neue Stütze.

Woher stammt diese bis vor kurzem unbekannte Kraft aller bis jetzt untersuchten Quellen? Die naheliegende Annahme ist: die Gesteine und Bodenarten, welche das Wasser durchfließt oder durchsickert, geben an das Wasser Emanation oder auch aktive Elemente enthaltende Verbindungen ab. Diese Annahme muß erfahrungsmäßig geprüft werden.

Beispielsweise entstammen die Süßquellen und IV unzweifelhaft dem Quarzit. Proben dieses Gesteines erhielt ich zu Anfang Januar aus dem Schläferskopfstollen. 81,9 g des getrockneten und gepulverten Minerals gaben in der ersten Versuchsstunde einen Potentialabfall von 1,6 Volt, während der Abfall in der zweiten Stunde von dem der Luft nicht mehr zu unterscheiden war. Nach dieser einen Probe ist eher zu erwarten, daß die Aktivität des Quarzits vom Wasser herrührt, als daß das Umgekehrte der Fall ist. Freilich dieser eine Versuch ist durchaus nicht beweiskräftig. Viele Prüfungen an der Erde in den verschiedensten Tiefenlagen frisch entnommenen Gesteinsproben müssen das eine Resultat widerlegen oder bekräftigen.

Leichter dürfte sich die Arbeit für die Mineral- und Thermalquellen gestalten, da hier die Salze und der Sinter einen relativ bequemen Stützpunkt bieten.

Hier möchte ich noch auf einen Punkt hinweisen, der mir der Beachtung wert erscheint. Keine der mitgeteilten Abfallsreihen deckt sich genau mit der Abklingungsreihe der Radiumemanation. Sollte der Grund vielleicht in der Urquelle aller dieser Quellen, in den atmosphärischen Niederschlägen zu suchen sein, welche einen Teil der Luftaktivität, die nicht die des Radiums ist, der Erde zuführen? Am 7. Oktober wurde A für Regenwasser bestimmt. Bei einer Versuchstemperatur von $12,5^0$ war $A = 4,1$. Der Wert ist nicht groß, hält man ihn aber mit der Beobachtung zusammen, daß nach erfolgten Niederschlägen die Aktivität des Wahlborns bei größerer Ausflußmenge größer geworden war, so fordert er immerhin zu weiteren Untersuchungen in dieser Richtung auf.

Wiesbaden, im April 1905.

(Eingegangen 16. April 1905.)

Messungen der Elektrizitätszerstreuung auf dem Sonnblick.

Von V. Conrad.

Die Messungen, über die hier berichtet werden soll, wurden im August und September 1903 auf dem Observatorium auf dem „hohen Sonnblick" (3106 m) in den hohen Tauern in der Absicht vorgenommen, um das Verhalten der luftelektrischen Elemente auf einem Berggipfel kennen zu lernen.

An dieser Stelle mögen nur die aus den Beobachtungen gewonnenen Resultate Platz finden, während bezüglich der Details der Beobachtungsmethode, Aufstellung der Apparate etc., auf die unten zitierten Abhandlungen[1]) verwiesen werden möge.

1) Auszug mit Zusätzen aus zwei Abhandlungen: Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität **16** u. **19**; Sitzungsber. der Wiener Akademie, **13**, Abt. IIa, Juni 1904; Sitzungsber. der Wiener Akademie, **14**, Abt. IIa, Januar 1905.

Da die tägliche Variation der Zerstreuung vor allem einiges Interesse erheischt, wurde versucht, dieselbe aus dem vorhandenen Beobachtungsmateriale abzuleiten. Diesem Zwecke konnten natürlich nur jene Beobachtungen dienen, die einerseits eine ziemlich geschlossene Reihe darstellten, andererseits auf möglichst wolkenlose Tage fielen. Sowohl aus den eigenen wie aus den Beobachtungen anderer konnte leicht geschlossen werden, daß man von einem eigentlichen „täglichen Gang" oder einer „normalen Zerstreuung" nur eben an wolkenlosen Tagen sprechen kann. Jeder Witterungseinfluß ist schon so stark, daß er den „täglichen Gang" vollkommen verdeckt. Den eben aufgestellten Bedingungen entsprachen die Beobachtungen, die auf die schönen, wolkenlosen ersten Septembertage 1903, nämlich den 1., 2., 4. und 5. September, fielen. Die in der folgenden Tabelle mitgeteilten Werte[1]) sind die in willkürlichem Maße (Differenzen der Voltzahlen vor und nach der Exposition) angegebenen Mittel aus diesen vier Tagen. In der letzten Zeile der Tabelle ist die mittlere Zerstreuung Z gegeben.

Gang des Verhältnisses $\frac{Z_-}{Z_+} = q$ eine merkwürdige Übereinstimmung mit jenem im Tale auf. Namentlich das Minimum zwischen $11^h a$ und 12^h findet sich beinahe in allen Beobachtungsreihen, ganz abgesehen von dem Beobachtungsorte. Auch neuerdings haben die Herren Ficker und Defant[1]) auf dem Gehänge des Patscherkofels dieses Minimum ganz ausgesprochen vorgefunden. Auch das Maximum in den Nachmittagsstunden findet sich ziemlich allgemein vor.

Um den Grund der Verschiedenheiten des täglichen Ganges auf dem Berggipfel und im Tale näher kennen zu lernen, wurden die Zusammenhänge der Zerstreuung mit den verschiedenen meteorologischen Faktoren untersucht. Im folgenden sollen die Resultate dieser Untersuchung in kurzem mitgeteilt werden:

1. Die Zerstreuung nimmt mit wachsender Feuchtigkeit ab.
2. Die Zerstreuung wächst mit der Fernsicht.
3. Die Zerstreuung scheint bei wachsendem Potential abzunehmen — das Verhältnis q zu wachsen.

Täglicher Gang der Zerstreuung.

	0^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h
Z_-	24,9	29,0	33,4	33,4	**35,5**	31,7	28,5	27,8	27,6	27,7	25,4	23,7	27,9	25,4	22,2	22,9	20,8	18,8	17,9*	19,0	21,1	20,6	23,9	22,8
Z_+	17,7	19,0	20,9	20,4	18,8	**22,4**	20,7	17,3	12,2	13,4	14,9	15,0	14,5	9,7	8,7*	10,9	12,2	11,0	11,7	11,9	13,7	14,8	14,3	15,1
q	1,40	1,52	1,59	1,63	1,86	1,41	1,38	1,60	2,27	2,07	1,70	1,58	1,92	**2,62**	2,55	2,10	1,72	1,71	1,53	1,60	1,54	1,33*	1,67	1,51
Z	21,3	24,0	27,1	26,9	**27,1**	27,0	24,6	22,5	19,9	20,5	20,1	19,3	21,2	17,5	15,4	16,9	16,5	14,9	14,8*	15,4	17,4	17,7	19,1	19,0

Wie man aus dieser Tabelle ersieht, zeigt die Zerstreuung auf dem Berggipfel einen ganz wesentlich anderen Gang als im Tale. Während Lüdeling, Zölß u. a. in der Ebene ein Mittagsmaximum, zwei Minima (morgens und abends) und ein sekundäres Nachtmaximum finden, stellt sich auf dem Sonnblick ein ausgesprochenes Maximum knapp vor Sonnenaufgang und ein Nachmittagsminimum ein. Mittels der harmonischen Analyse erhält man folgende Eintrittszeiten für die Extreme der Zerstreuung: für die negative Zerstreuung (ganztägige Periode) $5^h\,10a$ (Maximum), $5^h\,10p$ (Minimum); für die positive Zerstreuung (ganztägige Periode) $3^h\,20a$ und $3^h\,20p$. Während sich bei der negativen Zerstreuung noch eine gut kenntliche, doppelte Periode ergibt, verschwindet dieselbe für die positive Zerstreuung beinahe gänzlich. Sowohl bei der negativen wie der positiven Zerstreuung stellt sich ein sekundäres Maximum um die Mittagszeit ein. Während der Gang der Zerstreuung auf dem Sonnblickgipfel sich ganz prinzipiell von jenem im Tale unterscheidet, tritt bei dem

1) Die Messungen wurden mit dem Apparat nach Elster und Geitel gemacht.

4. Die Zerstreuung wächst bis zu einer Windgeschwindigkeit von ca. 20 bis 30 km. Weiter wachsende Windgeschwindigkeit scheint keinen nachweisbaren Einfluß auf die Zerstreuung zu haben.
5. Die größten Zerstreuungswerte werden bei östlichen Winden gefunden.
6. Höherem Luftdruck entspricht höhere Zerstreuung und umgekehrt.
7. Die Zerstreuung steigt bis zu einer Temperatur (auf dem Sonnblick) von ca. 4° C und nimmt bei weiter wachsender Temperatur rasch ab.
8. Steigende Temperatur im Tale vermindert die Zerstreuung auf dem Gipfel.

Während die Beziehungen 1. bis 5. bereits Bekanntes bestätigen, finden wir in den letzten drei Punkten vielleicht die Mittel, um das vom Tale verschiedene Verhalten des täglichen Ganges auf dem Berggipfel zu erklären. Diese Relationen geben ebenfalls ein ganz anderes Bild, wie jene, die zwischen denselben Elementen

1) Über den täglichen Gang der Zerstreuung und des Staubgehaltes auf dem Patscherkofel. Sitzungsber. d. Wiener Akad., **14**, Abt. II, Febr. 1905.

in der Ebene gefunden wurden. Erst die neuesten Arbeiten über den Zusammenhang der Zerstreuung in der Ebene mit den meteorologischen Elementen, nämlich jene von Herrn Mazelle[1]) in Triest und Herrn Zölß[2]) in Kremsmünster haben wieder die Beziehung bestätigt, daß die Zerstreuung mit wachsender Temperatur wächst. Auf dem Sonnblick wurde nun gerade die entgegengesetzte Beziehung gefunden, wenn man von dem Ansteigen der Zerstreuung bis zu 4° C absieht, was sich wohl dadurch erklärt, daß auf die niedrigsten Temperaturen (die Beobachtungen fallen ja auf den Spätsommer) nur Schlechtwetterperioden mit niedrigen Zerstreuungswerten fallen — und so die Zerstreuungswerte für niedrige Temperaturen stark herabgedrückt erscheinen. Vielleicht kann man auch der Ionisierung durch die Sonne eine Teilursache an dem ansteigenden Aste zuschreiben. Noch deutlicher wird die in Punkt 7 erwähnte Erscheinung, wenn man gleichzeitig den Punkt 8 ins Auge faßt. Dieses Verhalten der Zerstreuung gegen die Temperatur auf dem Berggipfel und im Tale läßt sich nun in ziemlich ungezwungener Weise durch die Annahme aufsteigender und absteigender Luftströme erklären.

Wenn nämlich auf dem Gipfel die Temperatur steigt, so wird sie im allgemeinen im Tale und auf den Gehängen um so mehr steigen — es wird eine Hebung der Flächen gleichen Druckes gegen den Berg stattfinden und daher ein Lufttransport von unten nach oben eintreten. Das Gegenteil wird bei niedrigen Temperaturen (Ausstrahlung in heiteren Nächten) zu erwarten sein. Durch diesen Vorgang werden bei steigender Temperatur der ionenreichen Höhenluft ionenarme Talluft beigemengt und dadurch die Zerstreuung herabgedrückt werden. Umgekehrt werden absteigende Luftströme die Zerstreuung erhöhen müssen. An wolkenlosen Tagen muß also nach dieser Erklärungsweise die Zerstreuung auf dem Berggipfel nachmittags ein Minimum, vor Aufgang der Sonne ein Maximum haben. Dies entspricht nun in der Tat den Verhältnissen, wie sie beobachtet und eben mitgeteilt wurden. Dieser Erklärungsversuch hat durch die Beobachtungen der Herren Ficker und Defant eine neuerliche Bestätigung gefunden.

Für das Verhalten der Größe q scheinen entgegen der Ansicht von Ficker und Defant die auf- und absteigenden Luftströme keine vollkommen hinreichende Erklärung zu bieten — wenigstens nicht nach den auf dem Sonnblick gewonnenen Beobachtungen. Nach der üblichen Auffassung müssen ja aufsteigende Luftströme reich an negativen Ionen sein, also die Größe q verkleinern, wogegen absteigende Luftströme dieselbe nicht alterieren können, wenn man annimmt, daß die Sonne, wenigstens für die höheren Schichten der Atmosphäre, als Ionisierungsursache angenommen wird. Letztere Schlußfolgerung scheint sich wirklich aus den gewonnenen Beobachtungen zu bestätigen, indem das q in wolkenlosen Nächten im Mittel ziemlich konstant bleibt. Die zweite Forderung, daß nämlich das q mit sinkender Zerstreuung (bei aufsteigendem Luftstrom) abnimmt, ist nicht erfüllt. Namentlich das allgemein gefundene Maximum in den allerersten Nachmittagsstunden könnte wenigstens für den Sonnblick höchstens als Folgeerscheinung der aufsteigenden Luftströme erklärt werden; dieselben bringen zwar einen Überschuß an negativen Ionen vom Tale herauf, erhöhen aber durch dynamische Abkühlung die relative Feuchtigkeit, wodurch vielleicht in erster Linie die Beweglichkeit der negativen Ionen herabgesetzt — und so die primäre Wirkung des aufsteigenden Luftstromes verdeckt wird. Für diese Auffassung spricht nun freilich auch der Umstand, daß die Beziehung gefunden wurde, daß bei steigender Temperatur im Tale die Größe q steigt. Auf diese Weise würde man auf anderem Wege wieder zu der von A. Gockel[1]) vertretenen Ansicht gelangen, der sagt, „daß das Ausfällen der negativen Ionen stattfindet, bevor die Temperatur der betreffenden Luftschicht auf den Taupunkt gesunken ist." Macht nun schon die Erklärung des Nachmittagsmaximums von q das Hinzuziehen von Hypothesen notwendig, so scheint es vorläufig nicht möglich zu sein, das vormittägige Maximum der Größe q durch Vertikalbewegungen der Luft zu erklären. Dieses Vormittagsmaximum als Zufälligkeit aufzufassen, geht aber auch nicht recht an, da es auch anderwärts gefunden wurde. Eine Entscheidung in diesen Fragen können nur Messungen mit einem Ionenzählapparate bringen.

Zusammenfassend kann man also sagen, daß die Variation der mittleren Zerstreuung auf dem Sonnblickgipfel durch die Annahme auf- und absteigender Luftströme klargelegt wird, während diese Erklärungsweise für das Verhalten der Größe q nur teilweise hinreicht. Einen Schluß auf die eigentliche Ionisierungsursache der Luft kann man aus den vorliegenden Beobachtungen nicht ziehen, da man nicht aussagen kann, ob die Ionenzahl oder die Ionenbeweglichkeit gemessen wurde. Nach dem früher Gesagten mag es freilich nicht unwahrscheinlich erscheinen, daß wirklich die Ionenzahl mit der Höhe zunimmt (obwohl dies mit den Beobachtungen im Ballon

1) Beiträge zur Kenntnis der atm. Elektr. 20; Wiener Sitzungsber. 14, 9. Febr. 1905.

2) Beiträge zur Kenntnis der atm. Elektr. 18; Wiener Sitzungsber. 118, 12. Januar 1905. (Im Auszug: Diese Zeitschr. 6, 129, 1905.)

1) Meteor. Zeitschr., März 1905.

von Linke nicht übereinstimmen würde), was auf die Sonne als Ionisierungsursache für die höheren Schichten der Atmosphäre hindeuten würde. Die einfachste Annahme, daß die tägliche Variation der Zerstreuung allein durch größere und kleinere Beweglichkeit der Ionen hervorgebracht wird, scheint nicht durchführbar zu sein, da die Extreme der Zerstreuung jenen der Feuchtigkeit (an den speziell untersuchten Tagen) voraneilen.

(Eingegangen 1. Juni 1905.)

Die Eigenschaften geringer Radiummengen.

(Erwiderung.)

Von A. Voller.

Herr A. S. Eve hat kürzlich Versuche über „die Eigenschaften geringer Radiummengen" veröffentlicht[1]), deren Ergebnisse nach seiner Meinung in vollständigem Widerspruche zu denjenigen Versuchsresultaten stehen, über welche ich bei der letzten deutschen Naturforscher-Versammlung und bald darauf in dieser Zeitschrift[2]) unter dem Titel „Versuche über die zeitliche Abnahme der Radioaktivität und über die Lebensdauer geringer Radiummengen im Zustande sehr feiner Verteilung" berichtete. Her Eve findet, daß die Strahlungsdauer von Radiumbromid völlig unabhängig von der Menge, der Art der Verteilung und dergl. sei, während ich eine sehr ausgesprochene Abhängigkeit der Strahlungsdauer sowohl von der Menge wie von der Schichtdicke nachgewiesen hatte. Herr Eve behauptet, daß meine Beobachtungsmethode ungeeignet gewesen sei. Er beobachtete zwar ebenso wie ich das Eintreten resp. das Nichteintreten eines Potentialfalles der Ladung eines Elektroskops unter Benutzung ähnlicher Radiummengen (10^{-8} bis 10^{-9} mg), die auf einer Glasfläche ausgebreitet waren. Aber während ich den Verlauf der Spannungsabnahme einer Ladung unter der Einwirkung einer bekannten Radiummenge an einem Elster und Geitelschen Elektrometer mit Ebertschem Zylinderkondensator an freier Luft während längerer Zeit verfolgte, befanden sich Eves Präparate in einer vollkommen verschlossenen Flasche, in der sich zugleich ein isoliertes Elektroskop befand. Eve konnte dann keinerlei Abnahme der Aktivität einer Radiummenge von 10^{-6} mg finden. Eve meint nun, bei meiner Versuchsanordnung hätten bei 10 cm Plattenabstand von dem die Strahlung aufnehmenden inneren Kondensatorstabe keine α-Strahlen mehr auf das Instrument einwirken können. Das ist natürlich richtig, hat aber mit der Brauchbarkeit der Versuchsanordnung für die Prüfung der Konstanz der Aktivität nichts zu tun. Denn solange die vom Radium emittierten β- und γ-Strahlen den Kondensatorstab aus dem nämlichen Abstande in unveränderter Intensität erreichten resp. die Gesamtstrahlung die dazwischen liegende 10 cm-Luftschicht unverändert stark ionisierte, mußte auch der Potentialabfall der Blättchen des Elektroskops derselbe bleiben; umgekehrt mußte die Abnahme der Radioaktivität sich durch Abnahme der Geschwindigkeit des Potentialabfalles zu erkennen geben. Dies wurde beobachtet.

Ferner meint Herr Eve, der Ionisationseffekt in den weiter von der Platte entfernten Teilen des Zylinders hätte in seinem Charakter unsicher werden müssen. Das trifft in geringem Grade zu hinsichtlich der Regelmäßigkeit der Ionisierungswirkung, insofern es bekannt ist, daß bei allen radioaktiven Entladungen nicht nur die direkte Einwirkung der emittierten geladenen Teilchen, sondern auch die indirekte Wirkung der von diesen beim Durchgang durch die umgebende Luft bereits erzeugten Ionen mit zur Geltung gelangt. Das Auftreffen der letzteren auf einen zu entladenden Körper ist daher auch von der mehr oder weniger großen passiven Beweglichkeit, d. h. der durch die sehr veränderlichen Luftströmungen veranlaßten Beweglichkeit, abhängig, so daß z. B. die Entladungsgeschwindigkeit eines Elektroskops unter sonst gleichen Verhältnissen doch verschieden groß ist, je nachdem man in ruhiger oder bewegter Luft arbeitet. Obgleich auf die Beseitigung der hierdurch verursachten Störungen bei meinen Beobachtungen nach Möglichkeit — durch Vermeidung von Zugluft — geachtet wurde, traten doch kleine Schwankungen in den Einzelwerten einer längeren Beobachtungsreihe wiederholt auf; auf das mittlere Gesamtresultat hatten diese Schwankungen jedoch keinen wesentlichen Einfluß. Bei einer seit einigen Monaten durchgeführten Wiederholung meiner — bereits wieder in großer Zahl ausgeführten — Versuche, bei der die Methode nach verschiedenen Richtungen hin verfeinert worden ist, ist auch der erwähnte Übelstand fast ganz beseitigt worden und zwar dadurch, daß der Durchzug ionisierter Luft durch den äußeren zur Erde abgeleiteten Kondensatorzylinder, also deren Einwirkung auf die entfernteren Teile des inneren Stabes, bis auf ein unschädliches Minimum reduziert worden ist: der äußere Zylinder ist am abgewandten früher offenen Ende durch eine Metallplatte vollständig und am vordern Ende durch eine auf den inneren Stab aufgesetzte, den umgebenden Zylinder jedoch nicht berührende Platte fast vollständig geschlossen worden. Letztere Platte bildet nunmehr die Auffangfläche der

1) Diese Zeitschrift 6, 267—269, 1905.
2) Diese Zeitschrift 5, 781—788, 1905.

Strahlungen resp. der auftreffenden Ionen; die Radiumplatten wirken auf sie nur noch aus 5 cm Abstand. Die Entladungen verlaufen nunmehr unter gleichen Verhältnissen sehr gleichmäßig; die Empfindlichkeit der ganzen Versuchsanordnung ist außerdem bedeutend erhöht worden.

Die neuen Versuche sind — soweit die Strahlungsdauer in Betracht kommt — noch nicht genügend weit vorgeschritten, um ihre Resultate schon jetzt mitteilen zu können; soweit es sich aber um die Nichtproportionalität der Strahlungsintensität mit der Radiummenge, sowie um die starke Abhängigkeit der Intensität von der Verteilung, insbesondere der Schichtdicke gleicher Radiummengen handelt, bestätigen sie durchaus meine früher veröffentlichten Beobachtungen. Hierüber teile ich folgende Zahlen mit, die natürlich ihrem absoluten Werte nach mit den früheren wegen der weit größeren Empfindlichkeit der neuen Versuchsanordnung nicht verglichen werden können, wohl aber den allgemeinen Charakter der Strahlungsverhältnisse wieder klar hervortreten lassen.

Neue Beobachtungen (in freier Luft).

I. Radiummenge auf 1 qcm Fläche in 5 cm Abstand von der Kondensatorauffangplatte.	Bisher beobachteter maximaler Spannungsabfall in Volt während 15 Minuten.
10^{-3} mg Radium	3200 Volt
10^{-5} „ „	90,6 „
10^{-7} „ „	19,9 „
10^{-9} „ „	10,6 „

Die auf der ersten Platte befindliche Radiummenge ist einmillionenmal so groß, wie die auf der auf der letzten Platte befindliche; der dadurch bewirkte Potentialabfall bei gleicher elektrischer Ladungsmenge und unter völlig gleichen Verhältnissen ist nur 300 mal so groß.

II. Bisher beobachteter maximaler Spannungsabfall in Volt während 15 Minuten, erzeugt durch die gleiche Radiummenge (10^{-5} mg) in 5 cm Abstand.

1. Verteilt auf 1 qcm	2. Verteilt auf 10 qcm
90,6 Volt	424 Volt.

Dieselbe Radiummenge bewirkt, unter sonst gleichen Verhältnissen, aber in zehnfach dünnerer Schicht resp. auf zehnfach größerer Fläche verteilt, nicht den gleichen, sondern einen vier- bis fünfmal so großen Spannungsabfall.

Ich muß demnach meine früheren Schlußfolgerungen aufrecht erhalten; sie sind durch Herrn Eves Versuche nicht widerlegt worden.

Ich glaube aber auch, daß es nicht schwierig ist, den scheinbaren Widerspruch, der zwischen Herrn Eves und meinen Beobachtungen besteht, aufzuklären. Die beiderseitigen Beobachtungen sind gar nicht miteinander zu vergleichen. Meine Präparate befanden sich während der Beobachtungen und längere Zeit vorher in freier Luft; bei meinen neueren Versuchen werden sie stetig in freier Luft aufbewahrt; Herr Eve hat sie in einer Flasche dauernd hermetisch verschlossen. Er ist zwar der Ansicht, daß dies einflußlos sei; aber es ist zu bedauern, daß er sich davon nicht vorher überzeugt hat. Er würde dann bemerkt haben, daß der Luftabschluß der Präparate eine für die hier in Betracht kommenden Vorgänge stark ins Gewicht fallende Fehlerquelle mit sich bringt, nämlich die außerordentliche Anhäufung der Radiumemanation in den Präparaten resp. auf der inneren Wandung der Flasche. In meiner ersten Arbeit habe ich einen Fall mitgeteilt, der diese „Selbstinfektion" der Radiumpräparate, falls sie in geschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden, deutlich illustriert. Ein 35 Tage lang eingeschlossen gewesenes schwaches Präparat, das vorher während 100 Tagen als Maximalwirkung einen Spannungsabfall von 10,8 Volt in 15 Minuten bewirkt hatte und dann allmählich auf 2,6 Volt zurückgegangen war, entlud sofort nach der Entnahme aus dem Behälter

	103,0 Volt	in 15 Min.,
nach 22 Stunden	19,8 „	„ „ „
„ 30 „	1,0 „	„ „ „

Bei den Eveschen Versuchen lagen dieselben Verhältnisse vor. Was er beobachtete, war nicht die reine Radiumstrahlung, sondern die Strahlung von Radium, welches wegen des steten vollkommenen Luftabschlusses mit seiner eigenen Emanation übersättigt war nebst der durch die Emanation induzierten Strahlung der inneren Flaschenoberfläche, während bei meinen Beobachtungen die Emanation stets frei hatte entweichen können. Was also aus den beiderseitigen Beobachtungen hervorgeht, ist die gewiß sehr wesentliche Tatsache, daß das Verhalten des Radiums bei völligem Luftabschluß ein anderes ist, als an der freien Luft. Sollte es nicht gestattet sein zu vermuten, daß der eine gewisse Radiummenge umgebende geschlossene Luftraum mit Emanation gesättigt werden kann und daß in einem solchen gesättigten Raume die Neubildung von Emanation, d. h. der chemische Zerfall des Radiums, nur in dem Maße stattfinden kann, als die vorhandene Emanation sich ihrerseits weiter zersetzt oder auf andere Weise aus dem Raume entfernt wird? Mir scheint, daß eine solche Auffassung nichts anderes bedeuten würde, als die Anwendung der modernen Anschauungen über den Eintritt des chemischen Gleichgewichtes zwischen den Komponenten eines Umsetzungsprozesses auf die Vorgänge bei der Radiumdesintegration. Die notwendige Folge der Anwendbarkeit der chemischen Gleichgewichtsgesetze auf diese Vorgänge wäre — wegen der Bildung fester

Zersetzungsprodukte der Emanation — der Eintritt einer stationären Intensität der Umsetzungsprozesse resp. der daraus resultierenden Radioaktivität innerhalb eines geschlossenen Raumes, wie sie Herr Eve gefunden hat.

Im Anschlusse an die Mitteilung des Herrn Eve hat Herr Rutherford einige in demselben Sinne gehaltene Bemerkungen gemacht. Er bezweifelt nicht die Tatsächlichkeit der Aktivitätsabnahme einer bestimmten Radiummenge in verhältnismäßig kurzer Zeit; er hat selbst bei der relativ sehr großen Radiummenge von 0,5 mg ähnliches beobachtet. Aber er deutet diese Abnahme anders, als ich es getan habe. Ich stimme Herrn Rutherford darin bei, daß aus meinen Versuchen zwar die allmähliche Aktivitätsabnahme hervorging, nicht aber hieraus mit Sicherheit die Abnahme der sogenannten „Lebensdauer" des Radiums geschlossen werden kann. Wird, wie er statt dessen annimmt, das Radium als solches unzersetzt von der Platte entfernt, etwa durch Entweichen in die umgebende Luft, so muß allerdings die Wirkung auf ein Elektrometer die nämliche sein, als wenn das Radium zwar auf der Platte bleibt, aber seine Radioaktivität einbüßt. Es fragt sich jedoch, ob diese Annahme wirklich sehr wahrscheinlich ist. Bei meinen Arbeiten war es mir einige Male erwünscht, einen Radiumniederschlag von einer meiner Platten zu entfernen. Das ist fast nicht möglich. Weder längeres und wiederholtes starkes Abbürsten der Platten in Wasser, noch tagelanges Liegen in warmer Salpetersäure oder dergl. und wiederholtes Abreiben vermochte die Aktivität der Platten zu beseitigen, wenn auch allmählich eine Schwächung eintrat. Der unsichtbare Radiumüberzug haftet außerordentlich fest an den Platten; er verhält sich in dieser Beziehung ganz wie die bekannten Gas- resp. Flüssigkeitshäutchen, welche alle Körper durch Adsorption der umgebenden atmosphärischen Gase, des Wasserdampfes usw. auf ihrer Oberfläche bilden und dauernd festhalten, trotz des großen Dampfdruckes, der diesen Gasen im verflüssigten Zustande zukommt. Wäre selbst der bisher unbekannte Dampfdruck des Radiumbromids weit größer als man nach Analogie chemisch ähnlich konstituierter Salze erwarten kann, so würde die starke Adhäsion der Radiumbromidteilchen an der Glasoberfläche doch höchstwahrscheinlich ein Entweichen gasförmigen Radiumbromids in die umgebende Luft unmöglich machen. Die schnelle Selbstzerzetzung der äußersten Oberflächenschichten resp. die langsamere Zersetzung der tieferen Schichten einer in freier Luft befindlichen Radiummenge, die eine Verkürzung der „Lebensdauer" sehr dünn geschichteter Mengen zur Folge haben muß, scheint mir daher die wahrscheinlichere Deutung meiner Versuchsergebnisse zu sein.

Hamburg, Physikalisches Staatslaboratorium, 20. Mai 1905.

(Eingegangen 23. Mai 1905.)

Nochmals die N-Strahlen-Frage.

Von H. Basler und W. Peters.

In der Diskussion der psycho-physiologischen Bedingungen für das Sehen der sogenannten N-Strahlen wurde ein Moment nicht in Betracht gezogen, das nach unserer Meinung einiges zur Klärung der Frage beitragen könnte. — Lummer hat auf einen möglicherweise eintretenden Wechsel in der Fixation und die dadurch bedingte Helligkeitsänderung des leuchtenden Punktes hingewiesen. — Gehrcke hat die von ihm beobachtete Erscheinung als „halluzinatorische" bezeichnet. — Rosenbach spricht von einer Irradiation des Muskelgefühls auf das optische Gebiet.

Den Psychologen ist es seit langem bekannt, daß die Intensität von Empfindungen, die der Schwelle nahe liegen, periodische Schwankungen erfährt. — Diese äußern sich darin, daß die Empfindung in gewissen Zeiträumen unterschwellig wird, d. h. verschwindet, dann wieder zu einem Maximum ansteigt. Die ersten diesbezüglichen Beobachtungen wurden von Urbantschitsch auf dem Gebiete der Gehörsempfindungen gemacht. — Auch auf optischem Gebiete wurde diese Erscheinung nachgewiesen [man vergl. Wundt „Physiologische Psychologie, 5. Aufl., III, 366ff.]. Über die Erklärung dieser Beobachtung ist man allerdings noch nicht einig.

Die einen führen sie auf Veränderungen im Sinnesnerv selbst zurück, andere auf zentrale Prozesse, eine dritte Gruppe von Forschern endlich spezieller auf Schwankungen der Aufmerksamkeit (Wundt). — Es wäre nun möglich, daß diese Intensitätsschwankungen auch für einzelne der N-Strahlenbeobachtungen verantwortlich gemacht werden könnten. — Jedenfalls müßte auch dieser subjektive Faktor in Erwägung gezogen werden, bevor man den Schluß auf die objektive Existenz der N-Strahlen macht. — Wir haben, um diese Schwankungen auch unter den speziellen Versuchsbedingungen festzustellen, einige Experimente mit einem schwach beleuchteten Papierstreifen und mit Balmainscher Leuchtfarbe im dunkeln Zimmer ausgeführt. Hierbei fanden wir, daß der Eindruck während 5 Minuten 10—15 mal unter die Schwelle sank (gewöhnlich 14 mal); ähnliche Werte werden auch von den andern Beobachtern, allerdings als Maximum, angegeben. — Es wäre nun nicht ausgeschlossen, daß eine mit dem Lichteindruck

simultane Schall- oder Muskelempfindung die zentralen Bedingungen für die Auffassung von Sinnesreizen in der Weise modifiziert, daß der Lichteindruck sein Intensitätsmaximum erreicht (das entspräche der durch die N-Strahlen bedingten Aufhellung) oder intermittiert. So hat Urbantschitsch in letzter Zeit Veränderungen von Schall- und Geschmacksempfindungen durch die gleichzeitige Einwirkung optischer Eindrücke nachgewiesen (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, 1905). — Bei unserer rohen Versuchsmethode gelang es uns nicht, durch solche Nebenreize die Intermittenzen des optischen Eindruckes zu beeinflussen. Genaue zeitmessende Versuche könnten auch hierüber einigen Aufschluß geben.

(Eingegangen 31. Mai 1905.)

Divergenz von Elektroskopblättchen im Vakuum infolge von Belichtung.

(Zweite Mitteilung.)

Von S. Guggenheimer und A. Korn.

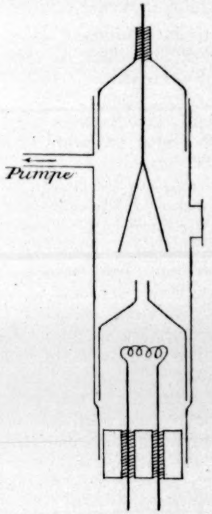
Wir haben in unserer ersten Mitteilung[1]) über diese Erscheinung die Vermutung ausgesprochen, daß die wesentliche Ursache der Abstoßung nicht in einer Radiometerwirkung, d. h. in einer Wirkung der Wärme zu suchen sei, daß vielmehr möglicherweise von den belichteten Blättchen sowohl positiv, als auch negativ geladene Teilchen ausgesandt werden, und daß erst diese von den Lichtstrahlen ausgelösten Bewegungen die Abstoßung hervorrufen. Wir hatten in unserer ersten Veröffentlichung von α- und β-Strahlen gesprochen; da diese Ausdrucksweise zu Mißverständnissen Veranlassung gegeben hat, bemerken wir ausdrücklich, daß dieselbe in der oben angedeuteten Weise interpretiert werden und im übrigen diese ganze Vermutung nur für später von uns anzustellende Versuche als Arbeitshypothese dienen sollte, die erst noch weiter zu prüfen wäre.

Kurz nach unserer ersten Mitteilung veröffentlichte Herr Paschen[2]) eine Untersuchung über die von uns beobachtete Erscheinung; er vertritt an der Hand einiger neuer Experimente den Standpunkt, daß Radiometerwirkung die Ursache der Erscheinung ist, und daß keinerlei Ursachen elektrischer Natur zur Erklärung herbeigezogen zu werden brauchten. Wir haben vor kurzem unsere Versuche wieder aufgenommen und können einige Beobachtungen mitteilen, die doch dagegen zu sprechen scheinen, daß Radiometerwirkung die wesentliche oder gar die einzige Ursache der Erscheinung ist.

1) S. Guggenheimer und A. Korn, diese Ztschr. **5**, 95, 1904.
2) F. Paschen, diese Ztschr. **5**, 161, 1904.

1. Der Versuch Herrn Paschens, die Blättchen durch Erwärmung des Gefäßes zur Divergenz zu bringen, gelingt nur, wenn beide Blättchen sehr dünn sind; ersetzt man das eine Blättchen durch einen dickeren Metallstreifen, z. B. von 0,5 mm Dicke, so bringt Erwärmung des Gefäßes nicht bloß keine Divergenz hervor, sondern das dünnere Blättchen wird sogar ziemlich kräftig von dem Metallstreifen angezogen. Durch Belichtung wird dagegen stets Abstoßung, niemals Anziehung hervorgerufen.

2. Wir brachten in der Röhre ungefähr 3 cm unterhalb der Blättchen eine Platinspirale mit horizontaler Achse an, deren Enden an Kupferdrähte angelötet waren; diese führten durch



Hartgummipflöcke nach außen und konnten zum Zwecke der Erwärmung der Platinspirale mit den Polen einer Batterie verbunden werden.

Über der Platinspirale war ein Glastrichter derart angebracht, daß seine weite Öffnung der Platinspirale, seine enge Öffnung den unteren Enden der Blättchen zugekehrt war. Es zeigte sich nun, daß eine deutliche Divergenz der Blättchen erst dann eintrat, wenn die Platinspirale deutlich rotglühend geworden war; bei Temperaturen dicht unter Rotglut, also z. B. bei 300—350°, und selbst bei schwacher Rotglut zeigten die Blättchen noch keine merkliche Divergenz. Die Messungen wiesen alle den Typus der folgenden Versuchsreihe auf:

(Siehe die Tabelle auf der nächsten Seite.)

Belichtung der Blättchen, die durch ein Glas- oder Quarzfenster mit Hilfe einer 16kerzigen

Nullpunkt der Blättchen: 0,4 mm. Abstand der 16kerzigen Glühlampe v. d. Blättchen 9 cm

Druck mm	Stromstärke Amp.	Platindraht	Ausschlag der Blättchen mm ohne Belichtung	Ausschlag der Blättchen mm mit Belichtung
0,002	0,0	—	0,4	5,2
↓	1,9	—	0,4	5,2
	2,2	schwache Rotglut	0,4	5,3
	3,25	helle Rotglut	3,1	6
0,020[1])	4,25	Weißglut	5	7

Glühlampe geschah, erhöhte die Divergenz, auch bei Weißglut der Platinspirale.

Ganz analoge Resultate ergaben sich, wenn man die Platinspirale in Höhe der Blättchen seitlich anbrachte, und den Glastrichter so, daß die weite Öffnung der Spirale, die enge Öffnung den vertikalen Kanten der Blättchen zugekehrt war.

Diese Versuche machen es wahrscheinlich, daß Strahlungen im Bereiche des sichtbaren Spektrums einen weit größeren Einfluß auf die Divergenz der Blättchen haben, als die Erwärmung der Blättchen und des Raumes zwischen den Blättchen durch die Platinspirale.

3. Die Divergenz der Blättchen geht der durch ein Thermoelement gemessenen Wärmewirkung der Belichtung nicht immer parallel. Die folgenden Versuche mögen diese Tatsache illustrieren: Wir verbanden mit der Röhre, welche die Blättchen enthielt, eine zweite gleiche Röhre so, daß beide Röhren gleichzeitig auf dasselbe Vakuum gebracht werden konnten; in der zweiten Röhre war an Stelle der Blättchen ein Flächenthermoelement, bestehend aus einer Anzahl hintereinander geschalteter Konstantan-Kupferblättchen, angebracht. Die der Lichtquelle zugekehrten Fenster der beiden Röhren waren beide aus demselben Material, entweder beide aus Glas oder bei anderen Versuchen beide aus Quarz.[2]) Als Lichtquelle wurde eine 32 kerzige Nernstlampe benützt, deren Helligkeit mit Hilfe eines Regulierwiderstandes und eines Siemensschen Präzisionsmilliamperemeters reguliert werden konnte. Die Wirkung auf die Thermosäule wurde mit Hilfe eines sehr empfindlichen Edelmannschen Galvanometers mit sehr geringem inneren Widerstande gemessen. Zur Messung der Ausschläge der Blättchen projizierten wir dieselben auf eine Skala[1]), die etwa einen halben Meter von den Röhren entfernt war; als Lichtquelle für diese Projektion wurde dieselbe Nernstlampe unter Anwendung einer Spiegelvorrichtung verwandt. Es wurde nun bei einem bestimmten Druck und einer bestimmten Stromstärke der Nernstlampe der Ausschlag der Blättchen und der Ausschlag des mit der Thermosäule verbundenen Galvanometers beobachtet. Hierauf wurde die Lichtquelle mit einem farbigen Filter umgeben (wir benützten die Gelatinefilter nach Miethe, rot, gelb, grün) oder eine Wärme absorbierende Lösung zwischen die Lichtquelle und die Röhren gebracht. Alsdann wurde der Ausschlag des Galvanometers kompensiert, d. h. die Stromstärke der Lampe gesteigert, bis der Ausschlag des Galvanometers wieder der gleiche war, wie ohne Filter bei der ursprünglichen Helligkeit der Nernstlampe. Es ergab sich dann, daß die Divergenz der Blättchen nur bei Anwendung des roten Filters gleichfalls kompensiert war; bei Anwendung des gelben oder des grünen Filters, oder bei einem durch Alaunlösung gebildeten Filter waren die Ausschläge der Blättchen bei Kompensation des mit der Thermosäule verbundenen Galvanometers stets größer. Die untenstehende Tabelle gibt einige aus vielen, stets gleichartigen Messungen entnommenen Zahlen:

Wir glaubten zunächst, daß ungenügende thermische Isolation der selbstgefertigten Thermosäule Ungenauigkeit der Resultate hätte hervorbringen können; wir haben daher die Versuche wiederholt, indem wir die selbstgefertigte Thermosäule durch die betreffenden Teile einer Rubensschen linearen Thermosäule ersetzten[2]); jedoch waren die Resultate genau die gleichen.

1) Während der Versuchsreihe war der Druck gestiegen, worauf es bei so niedrigen Drucken nicht wesentlich ankommt.

2) Die Wirkung des ultravioletten Lichtes war übrigens — beiläufig bemerkt — von unmerklichem Einfluß auf die Erscheinung.

1) Auf derselben konnten die Ausschläge in mm abgelesen werden, bei Ablesefehlern von höchstens 1/4 mm.

2) Ein anderer Grund, der uns veranlaßte, die selbstgefertigte Thermosäule durch das Rubenssche Instrument zu ersetzen, war der, daß unser Element seine Empfindlichkeit mit sinkendem Druck nicht in dem Maße steigerte, wie es nach Versuchen von Lebedew (Ann. d. Phys. 9, 209, 1903) zu erwarten war. Die beiden Tabellen geben bei bestimmten Bestrahlungen die Galvanometerausschläge in ihrer Abhängigkeit von dem im Apparat herrschenden Druck wieder, wobei sich die Tabelle I auf unser Element Kupfer-Konstantan, die Tabelle II auf das Rubenssche Element bezieht. Die Angaben von Lebedew scheinen daher nur auf Elemente von ganz bestimmtem Typus Anwendung finden zu dürfen.

Lampenstrom in Amp.	0,43	0,55	0,31	0,41	0,41	0,32	0,40	0,40	0,30	0,54
Druck in mm	0,1	0,1	0,04	0,04	0,04	0,002	0,002	0,002	0,015	0,015
Farbenfilter	—	grün	—	grün	rot	—	gelb	grün	—	Alaunlösung
Ausschlag der Blättchen mm	16	$15^{3}/_{4}$	$14^{1}/_{2}$	$15^{1}/_{2}$	$15^{3}/_{4}$	17	18	$17^{1}/_{2}$	$15^{1}/_{2}$	16
Ausschlag des Galvanometers Sk.-T.	26	22	14	13	15	$20^{1}/_{2}$	$19^{1}/_{2}$	18	18	$14^{1}/_{2}$
Beobachtungszeit	30″	30″	30″	30″	30″	30′	30	30″	30″	30″

Bei allen Messungen war die Röhre sorgfältig gegen alle parasitären Licht- und Wärmestrahlungen geschützt, und vor dem Beginne eines jeden Versuches waren auch die Strahlungen der Nernstlampe durch einen Schirm von der Röhre abgeblendet.

Zum Schlusse dieser Mitteilung wollen wir noch anführen, daß wir auch mehrfach versucht haben, den Druck festzustellen, bei dem ceteris paribus die Divergenz der Blättchen durch Belichtung am größten ist; es hat sich dabei herausgestellt, daß dieser ausgezeichnete Druck von der Dicke der Blättchen abhängig ist; je dünner man die Blättchen machte, um so tiefer lag dieser Druck; bei den dünnsten von uns verwandten Blättchen betrug er 0,012 mm.

Tab. I.

Druck in mm	Ausschlag in Sk.-T.
3	82,5
1,5	89
0,5	112
0,2	100
0,1	101,5
0,054	105,5
0,03	107,5
0,018	108
6,016	108

Stromstärke d. Lampe 0,31 Amp.
Abstand Lampe-Säule 20 cm.

Tab. II.

Druck in mm	Ausschlag in Sk.-T.
2,9	324,5
1,8	328,5
1,01	326,5
0,21	314,5
0,105	316
0,04	313,5
0,02	308
0,015	304
0,013	308

Stromstärke d. Lampe 0,4 Amp.
Abstand Lampe-Säule 32 cm.

München, Mai 1905.

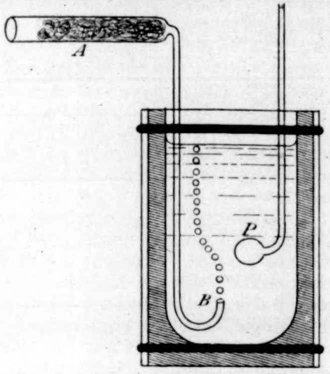
(Eingegangen 2. Juni 1905.)

Versuche über den „elektrostatischen Auftrieb".

Von M. Seddig.

L. Puccianti[1]) veröffentlichte vor einiger Zeit Versuche, welche er auf Veranlassung von Roiti angestellt hatte und welche das dem Diamagnetismus ähnliche Verhalten eines beweglichen Nichtleiters von niedrigerer Dielektrizitätskonstante in einem isolierenden Medium von höherer Konstante demonstrieren sollten.

Seine außerordentlich einfache Versuchsanordnung ist im wesentlichen folgende: in ein



mit Vaselinöl gefülltes Gefäß, welches dadurch gebildet wird, daß auf die beiden Seiten eines hufeisenförmigen Metallstückes (vergl. Figur) Glasplatten gepreßt sind, taucht eine + oder — elektrisch zu ladende Metallkugel (*P*). Luft, welche durch ein bis zum Boden reichendes Glasrohr (*B*) mittels Gebläse hineingetrieben wird, steigt aus der Mündung in Gestalt von Blasen in die Höhe. Als Folge der niedrigeren Dielektrizitätskonstante der Luft (gegenüber jener des Vaselinöls) sollen nun diese aufsteigenden Blasen aus dem elektrischen Felde herausgetrieben werden und die in der Figur angedeutete Bahn verfolgen.

Leider ist aber dieser hübsch erdachte Versuch nicht einwandfrei und oft versagend. — Versagend oder im entgegengesetzten Sinne verlaufend ist dieser Versuch stets dann, wenn die Luftblasen ziemlich klein sind; denn die immerhin recht lebhaften Konvektionsströmungen der geladenen Vaselinölteilchen reißen die Luftbläschen mit sich und geben ihnen alle möglichen Richtungsänderungen. Auf die Wichtigkeit eines passenden Einregulierens der Luftblasen hat Roiti bereits selbst aufmerksam gemacht. Aber auch dann, wenn die genügende Größe der Luftbläschen diese dem Einflusse der Konvektionsströmungen entzieht, ist dieser Versuch nicht einwandfrei wegen der verschiedenen elektrischen Leitfähigkeiten von Luft und Flüssigkeit (Vaselinöl). Dieser Unterschied der beiderseitigen Leitfähigkeiten ist ein bei weitem größerer als jener der Dielektrizitätskonstanten, so daß jene unter günstigen Bedingungen erhaltene Abstoßung der Luftbläschen fast ganz auf Rechnung der Leitfähigkeitsdifferenz kommt. Denn bei genügender Leitfähigkeitsdifferenz würde ein Hinaustreiben der Luftblasen auch dann erfolgen, wenn die Dielektrizitätskonstanten von Luft und Flüssigkeit genau die gleichen wären.

1) L. Puccianti, Il nuovo Cim. (5) **4**, 408, 1902; diese Ztschr. **5**, 92, 1904.

Diesen Versuch in vorstehender Anordnung einwandfrei zu gestalten, wird seine großen Schwierigkeiten haben, da auch durch die von Hertz angegebene „elektrische Reinigung" (Wied. Ann. **20**, 279—284, 1883) die Leitfähigkeit des Vaselinöles kaum bis zu jenem der Luft zukommenden Werte herabzudrücken sein wird. Die Leitfähigkeit der Luft zu erhöhen (event. durch Verwendung von Flammengasen usw.) hat ebenfalls große experimentelle Schwierigkeiten.

Bisweilen trat bei diesen Versuchen eine scheinbare Abhängigkeit von der Polarität der Kugel ein, was vermuten ließ, daß eine elektrische Ladung der Luftblasen stattfindet durch irgendeinen Einfluß; etwa durch die Reibung des Luftstromes an den Wänden des zuführenden Kautschukschlauches oder der Glasröhre oder auch infolge des Aufperlens der Luftbläschen durch die Flüssigkeit. Dahinzielende Versuche gaben jedoch keine Bestätigung dieser Vermutung. Vielmehr lehrte eine sorgfältige Beobachtung des Verlaufes und der Stärke der Konvektionsströmungen bei den verschiedenen Polaritäten der Kugel, daß nur durch diese Strömungen jene Verschiedenheiten bedingt wurden.

Wurden die Konvektionsströmungen hintangehalten, z. B. dadurch, daß die Kugel von einem großen Induktorium her wechselweise + und — geladen wurde, so blieben jene durch die Flüssigkeitskonvektionen verursachten Störungen aus und es fand regelmäßig ein „Ausweichen" der Luftbläschen statt, unabhängig von deren Größe. Wurde von dem gleichen Induktorium aus zur Kontrolle die Kugel unter Zwischenschaltung eines Funkenventiles + oder — geladen, so traten wieder Konvektionsströmungen auf und rissen die kleineren Bläschen mit sich fort.

Wegen ähnlicher Schwierigkeiten für die Einwandfreiheit der Erscheinungen sah Verfasser dieser Notiz ab von der Veröffentlichung der eigenen, eingehenden Versuche zur Demonstration des elektrischen Auftriebes. Veranlassung zu diesen war seinerzeit bei den Darstellungsversuchen der elektrischen Kraftlinien [1]) gegeben; bei diesen Versuchen wurden suspendierte Teilchen benutzt, deren Dielektrizitätskonstante höher als jene des umgebenden Mediums war, so daß sie sich im elektrischen Felde einstellten genau so wie die paramagnetischen Körper im magnetischen. Von Interesse war es da, auch nach einer Demonstrationsmethode für den entgegengesetzten Fall zu suchen, für das Einstellen von Teilchen mit niedrigerer Dielektrizitätskonstante gegenüber jener der Umgebung, was analog diamagnetischen Körpern erfolgen mußte.

Prinzipiell war dabei die Versuchsanordnung folgende: in eine gut isolierende und mit Rizinusöl (Dielektrizitätskonstante = 4,8) gefüllte Schale tauchen zwei, mit großer Influenzmaschine verbundene Metallplatten als Elektroden. Zwischen beiden Platten und in der Flüssigkeit hängt an einem Kokonfaden ein Hartgummistäbchen (Dielektrizitätskonstante = 2,2), welchem bei ungeladenen Platten irgendeine beliebige Ruhelage zukommt, welches bei Erregung des Feldes aber äquatorial gestellt wird, ganz ähnlich wie ein Wismutstäbchen im Magnetfelde.

Marburg i. H., Physikal. Inst. d. Univ.

(Eingegangen 3. Juni 1905.)

1) M. Seddig, Ann. d. Phys. **11**, 817, 1903; d. Ztschr. **15**, 403, 1904.

Zur Deutung des Erdmagnetismus.

Von A. Pflüger.

In dieser Zeitschrift (**6**, 225, 1905) hat Herr Bucherer das Feld eines rotierenden Elektrons (Kugel mit gleichförmig verteilter Oberflächenladung) berechnet. Er findet für die Tangentialkomponente der magnetischen Intensität außerhalb der Kugel den Wert (Gleichung [19], S. 227):

$$H = -\frac{R^2 e w \sin\beta}{12\pi v r^3} \qquad (1)$$

Darin ist:

R der Kugelradius,

r der von einem Punkte der Drehachse gezogene Radiusvektor,

β der Winkel, welchen r mit der positiven Richtung der Drehachse macht,

w die Winkelgeschwindigkeit,

e die Gesamtladung in elektrostatischen Einheiten,

v die Lichtgeschwindigkeit.

In dieser Formel (1) is nun ursprünglich H die magnetische Intensität in einem ruhenden, die Rotation nicht mitmachenden Punkt. Dieselbe Formel für H gilt aber nach Herrn Bucherer auch für einen mit der Kugel rotierenden Punkt.

Wenn wir uns nun die Erde als eine solche mit gleichförmig verteilter Oberflächenladung versehene rotierende Kugel vorstellen, so ist die Frage von Interesse, ob ihr magnetisches Feld etwa aus dieser Vorstellung erklärt werden könnte. Wir berechnen darum in erster Annäherung aus (1) (unter Berücksichtigung des Drehungssinnes) die Elektrizitätsmenge e, welche nötig ist, um das Erdfeld hervorzurufen. Am Äquator ist:

H ungefähr gleich 0,3,

$\sin\beta = 1$,

$R = r = 6{,}4 \cdot 10^8$ cm,

ferner ist:

$$w = 7{,}3 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{sec}^{-1},$$
$$v = 3 \cdot 10^{10}\ \mathrm{cm\ sec}^{-1}.$$

Daraus ergibt sich:

$$e = \text{ca.}\ -3 \cdot 10^{24}\ \text{elektrost. Einheiten.}$$

Bei dieser Berechnung ist die Magnetisierungskonstante der Erde $\mu = 1$ gesetzt. Nehmen wir an, daß im Innern der Erde das Element Eisen überwiegt, so dürfen wir vielleicht μ als zwischen 100 und 1000 liegend annehmen, und erhalten dann:

$$e = \text{ca.}\ -3 \cdot 10^{21}\ \text{bis}\ -3 \cdot 10^{22}.$$

Exner berechnet die Gesamtladung der Erde aus dem Potentialgefälle der Atmosphäre zu

$$-2 \cdot 10^{16}\ \text{elektrost. Einheiten,}$$

was nur dem Vorzeichen nach, nicht nach der Größenordnung mit unserm Resultat übereinstimmt. Die aus dem Exnerschen Wert folgende erdmagnetische Intensität würde also mehr wie hunderttausendmal kleiner sein als die beobachtete. Nimmt man die Exnersche Zahl als ungefähr richtig an, so kann darum das erdmagnetische Feld nicht seine Ursache in der Rotation der Erdladung haben.

Nicht viel günstiger gestaltet sich das Resultat, wenn wir auch die in der Atmosphäre durch Messungen nachgewiesene Schicht positiver Ladung von gleicher Größe wie die Exnersche Erdladung und die Rotation der Erde mitmachend annehmen. Innerhalb dieser positiv geladenen Kugel gelten die Buchererschen Gleichungen (18), S. 227. Die Horizontalintensität am Äquator würde also ungefähr verdreifacht werden. Der Größenordnung der wirklich beobachteten kommen wir aber dadurch nur wenig näher, ebensowenig wie durch die Annahme räumlich verteilter Ladung innerhalb der Erde.

Bonn, Physikal. Inst. der Universität.

(Eingegangen 18. Mai 1905.)

Anomale Dispersion der magnetischen Drehung der Polarisationsebene.

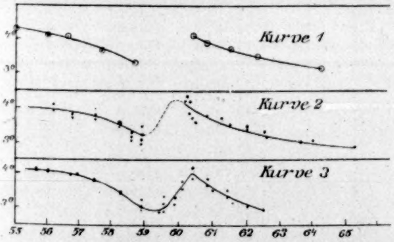
Von R. W. Wood.

Die Frage nach der Gestalt der Kurve, welche die magnetische Rotationsdispersion absorbierender Medien in der Umgebung einer Absorptionsbande darstellt, ist eine Frage von erheblicher Wichtigkeit. Die Formel für die Drehung, wie sie aus der Hypothese der Molekularströme entwickelt wird, verlangt anomale Dispersion, d. h. eine Dispersionskurve mit entgegengesetzt gerichteten Ästen an beiden Kanten der Bande. Dagegen verlangt die Gleichung, welche sich auf die Hypothese des Halleffekts aufbaut, Drehungen in ähnlichem Sinne auf entgegengesetzten Seiten der Bande.[1]) Die letztere Bedingung tritt, wie allgemein bekannt, beim Natriumdampf auf; andererseits schienen die ausgedehnten Versuchsreihen, über welche Schmauß in den letzten drei Jahren in den Annalen der Physik berichtet hat, die Tatsache festzustellen, daß Anilinfarbstofflösungen, sowie Lösungen von Didymsalzen Kurven des ersteren Typus darbieten. Ich habe nun gefunden, daß sich anomale Dispersion in weit vorteilhafterer Weise darstellen läßt, wenn man Prismen aus geschmolzenem Cyanin benutzt, als wenn man alkoholische Lösungen verwendet, und so machte ich denn den Versuch, die Resultate von Schmauß zu verifizieren unter Verwendung dicker Schichten dieser Substanzen. Diese Schichten stellte ich her, indem ich den geschmolzenen Farbstoff zwischen Glasplatten preßte, welche ich dann durch einen Hammerschlag voneinander trennte. Darauf löste ich die Schicht von der Glasplatte ab, um die von dem Glase herrührende Drehung zu vermeiden, und brachte die Schicht zwischen die Pole eines kräftigen Elektromagneten. Ich vermochte indessen absolut keine Spur von magnetischer Drehung zu entdecken, selbst wenn die Schichten so dick waren, daß nur rotes Licht hindurchgelangen konnte. Ich versuchte auch Lösungen, aber soweit ich es mit dem benutzten Apparat bestimmen konnte, war der Farbstoff ohne Wirkung auf das Drehungsvermögen des Lösungsmittels. Ungefähr zu der Zeit, da ich diese Versuche beendet hatte, erschien in den Annalen eine Arbeit von Bates[2]), welcher zeigte, daß die von Schmauß angewandte Methode keineswegs einwandfrei sei, und daß seine anomalen Kurven sich erklären ließen auf Grund von Fehlern in der Bestimmung der Lage der dunklen Bande im Spektrum. Bates wiederholte die Arbeit nach einer Methode, welche den Anspruch erhob, vielmals genauer zu sein, keine Fehlerquellen zu enthalten, und frei zu sein von den Einwänden, welche sich gegen die von Schmauß beobachtete Methode erheben lassen. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen waren durchaus negativ, d. h. er fand, daß der Farbstoff ohne Einfluß war auf das magnetische Drehungsvermögen der Flüssigkeit, in welcher er gelöst war. Der Charakter der Batesschen Arbeit erhellt deutlich aus den der Veröffentlichung beigegebenen Zahlentabellen, und die Schlußfolgerung, daß diese Substanzen kein Drehungsvermögen besitzen, scheint unvermeidlich zu sein. Auf diese Kritik ist meines Wissens keine Erwiderung erfolgt, und die beiden Arbeiten stehen ohne Kommentar, jede für sich, da. Da ich nun bereits zu ähnlichen Schlüssen

1) Drude, Optik.
2) Ann. d. Phys. (4) **12**, 1080—1091, 1903.

gelangt war wie **Bates**, so war ich um so eher geneigt, seine experimentelle Widerlegung der Annahme irgendwelcher anomalen Dispersionswirkung in der magnetischen Drehung bei diesen Substanzen anzuerkennen. Die Methode, welche er angewandt hatte, war bedeutend empfindlicher als die von mir benutzte, so daß eine Veröffentlichung meiner eigenen Ergebnisse naturgemäß überflüssig erschien.

Kürzlich habe ich eine Versuchsreihe mit einer gesättigten Lösung von Praseodymchlorid ausgeführt, und dabei habe ich eine Erscheinung gefunden, welche ich als unzweifelhaftes Anzeichen dieses Effektes ansehen zu sollen glaube. Ich erhielt nach zwei verschiedenen Methoden Kurven für die Substanz, und beide Kurven zeigten an den Kanten der Absorptionsbande anomale Wirkungen. Die Lösung war in einer Zelle von 1 cm Dicke enthalten, welche mit Fenstern aus dünnstem Deckglas versehen war. Das Licht aus dem monochromatischen Beleuchtungsapparat (einem Spektrometer mit einem Spalt an Stelle des Okulars) wurde durch die Achse des Magneten geschickt, und die Drehungen wurden durch Einstellung des Analysators auf Auslöschung gemessen. Das monochromatische Licht, welches dieser Apparat liefert, ist außerordentlich hell, und die Einstellung konnte infolgedessen ohne Schwierigkeit bis auf einen Zehntelgrad genau erfolgen. Ich benutzte auch eine Savartsche Platte, wodurch die Genauigkeit der Beobachtungen noch erhöht wurde. Die hier beigefügten Kurven sind auf Grund von Ablesungen gezeichnet worden, welche ich mit dieser Form des Polarimeters erhalten habe.



Wenn ich in der Nähe der Absorptionsbande arbeitete, so beobachtete ich eine starke elliptische Polarisation. Dieselbe rührt her von dem ungleichen Absorptionsvermögen des magnetischen Mediums für die beiden zirkularen Komponenten. Dieser Umstand machte genaue Ablesungen schwierig, denn es war unmöglich, das Licht vollständig auszulöschen, wenn nur zwei Nicols verwandt wurden, oder das vollständige Verschwinden der Savartschen Streifen herbeizuführen. Es zeigte sich, daß die Ablesungen beeinflußt wurden durch die Kenntnis der zu erwartenden Erscheinung. Die ersten Kurven wurden in der Weise aufgenommen, daß ich Schritt für Schritt die Wellenlänge des aus dem monochromatischen Beleuchtungsapparat austretenden Lichtes änderte. Die Drehung, welche sich für das äußerste Rot auf etwa drei Grad belief, stieg um nahezu einen ganzen Grad an, wenn ich mich der Absorptionsbande näherte, fiel beim Durchgang durch die Bande um einen halben Grad oder dergleichen ab, und stieg dann wieder an bis zu einem Werte von 4,5 im blaugrünen Gebiet. Eine auf diese Weise erhaltene Kurve ist in Kurve 1 der Figur wiedergegeben. Wenn ich aufs Geratewohl eine Anzahl von Ablesungen ganz nahe an den Rändern der Absorptionsbande vornahm, so zeigte es sich, daß dieselben nicht sehr gut untereinander übereinstimmten, denn ich erhielt gelegentlich dieselben Werte für die Drehung auf entgegengesetzten Seiten der Bande. Aus diesem Grunde schien es mir am besten, eine große Anzahl von Ablesungen für verschiedene Wellenlängen zu machen und dabei die Einstellung des monochromatischen Beleuchtungsapparates durch einen anderen Beobachter vornehmen zu lassen. Die auf diese Weise erhaltenen Ablesungen sind in der Kurve 2 wiedergegeben. Diese Kurve zeigt, welch große Fehler an den Kanten der Absorptionsbande vorkommen können, zeigt aber auch ganz unzweifelhaft das Vorhandensein einer anomalen Rotationsdispersion. Wenn ich den Spalt des monochromatischen Beleuchtungsapparates weiter öffnete, und mit intensiverem, allerdings weniger homogenem Licht arbeitete, so war es möglich, in dem ganzen Absorptionsgebiet Ablesungen zu erhalten, indessen bereitete in diesem Falle die elliptische Polarisation recht erhebliche Schwierigkeiten. Die Werte, welche ich in diesem Falle erhielt, sind in der Kurve 3 verzeichnet. Ich lege indessen auf diese Ablesungen kein großes Gewicht, da das Licht weit davon entfernt war, homogen zu sein.

Die in dieser Notiz mitgeteilten Beobachtungen wurden nur zu dem Zweck angestellt, mich von der Realität des Phänomens der anomalen magnetischen Rotationsdispersion zu überzeugen, und da die einzige andere Arbeit von Bedeutung über diesen Gegenstand, nämlich diejenige von Schmauß, angegriffen worden ist, so dürfte eine Mitteilung meiner Beobachtungen nicht unangebracht sein.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 20. April 1905.)

Über den Temperaturunterschied von glühendem Platin und schwarzem Körper bei gleicher photometrischer Helligkeit.

Von Richard Lucas.

Da man mit keiner auf reiner Temperaturstrahlung beruhenden Lichtquelle eine größere Helligkeit erzielen kann, als mit dem schwarzen Körper, so muß bei Einstellung auf gleiche photometrische Helligkeit zwischen schwarzem Körper und einem solchen von geringerem Strahlungsvermögen der schwarze Körper eine niedere Temperatur besitzen. Ist nun die Abhängigkeit der Helligkeit des schwarzen Körpers von der Temperatur etwa durch eine Kurve graphisch festgelegt, so kann man nach Holborn und Kurlbaum[1]) auch leicht zu Körpern von geringerem Strahlungsvermögen übergehen und deren Abhängigkeit ermitteln. Man stellt auf gleiche photometrische Helligkeit ein und liest die Temperatur ab; man erhält dadurch die „schwarze Temperatur" des Körpers, diejenige Temperatur, welche ein schwarzer Körper von der gleichen photometrischen Helligkeit besitzt.

Um den Unterschied der Strahlung von Platin und schwarzem Körper festzulegen, haben die oben genannten Forscher einige Messungsreihen angegeben, denen ich einige Betrachtungen beifügen möchte. Das elektrisch geglühte Platinblech bildete einen Kasten, in dem sich die Lötstelle eines Thermoelementes befand. Die Temperaturen t des Platins sowie die entsprechenden schwarzen Temperaturen S sind in einer Tabelle zusammengestellt, die ich umgerechnet auf absolute Temperaturen (T_2; T_1) unten angebe (cf. Tabelle, Spalte I und II).

Die Abhängigkeit der photometrischen Helligkeit von der Temperatur läßt sich darstellen durch die Beziehung[2])

$$ln\,\Phi = -\frac{k}{T} + C,$$

wobei C und k Konstante, Φ die Helligkeit und T die Temperatur in absoluter Zählung bedeuten.

Somit gilt für den schwarzen Körper:

$$ln\,\Phi_1 = -\frac{k_1}{T_1} + C_1$$

und analog gilt für Platin:

$$ln\,\Phi_2 = -\frac{k_2}{T_2} + C_2$$

Stellt man auf gleiche photometrische Helligkeit ein, so ist:

$$ln\,\Phi_2 = ln\,\Phi_1 = -\frac{k_1}{T_1} + C_1 = -\frac{k_2}{T_2} + C_2,$$

oder umgeformt:

$$\frac{1}{T_1} = \left(\frac{k_2}{k_1}\right) \cdot \frac{1}{T_2} + \frac{C_1 - C_2}{k_1}.$$

Schreibt man

$$\frac{k_2}{k_1} = \alpha; \quad \frac{C_1 - C_2}{k_1} = \beta; \quad \frac{1}{T_1} = \vartheta_1; \quad \frac{1}{T_2} = \vartheta_2,$$

so ist:

$$\vartheta_1 = \alpha\vartheta_2 + \beta.$$

Das heißt:

Bei gleicher photometrischer Helligkeit ist die reziproke Temperatur ϑ_1 eine lineare Funktion der reziproken Temperatur ϑ_2.

Diese Folgerung läßt sich an der Hand der experimentellen Daten prüfen.

Mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate ergibt sich für die Konstanten:

$$\frac{k_2}{k_1} = 0{,}98573 \quad \text{und} \quad \frac{C_1 - C_2}{k_1} = 0{,}00005977,$$

so daß sich die Abhängigkeitsgleichung darstellt durch den Ausdruck:

$$\vartheta_1 = 0{,}98573\,\vartheta_1 + 0{,}00005977.$$

Die Differenzen zwischen beobachteter schwarzer Temperatur und berechneter liegen immer innerhalb der Versuchsfehler (cf. IV. Vertikalreihe).

T_2 (Platin)	T_1 (Schwarze Temperatur)		Δ ber.—beob.
	beob.	ber.	
954	914	915,1	+ 1,1
1065	1015	1014,9	— 0,1
1090	1033	1037,2	+ 4,2
1088	1040	1035,5	— 4,5
1091	1044	1038,1	— 5,9
1252	1177	1180,5	+ 5,5
1252	1178	1180,5	+ 2,5
1245	1180	1174,4	— 5,6
1261	1192	1188,4	— 3,6
1422	1327	1328,1	+ 1,1
1423	1329	1329,0	+ 0,0
1426	1331	1331,5	+ 0,5
1431	1334	1334,8	+ 0,8
1634	1503	1508,2	+ 5,2
1636	1503	1509,9	+ 6,9
1642	1505	1516,3	+11,3
1643	1513	1515,8	+ 2,8
1844	1686	1682,6	— 3,4
1847	1691	1685,0	— 6,0
1848	1691	1685,9	— 5,1
1846	1691	1687,9	— 3,1

Während dieses Ergebnis einerseits die Richtigkeit des hier zugrunde gelegten logarithmischen Gesetzes beweist, läßt sich andererseits noch ein zweiter Schluß aus unserem Ergebnis ziehen: das Verhältnis der Konstanten $k_2 : k_1$ ist nahe zu 1 (0,98573). Dies bedeutet, daß die Strahlung des schwarzen Körpers und des Platins im sichtbaren Gebiete, obwohl dem absoluten Betrage nach verschieden, im gleichen

1) Holborn und Kurlbaum, Ann. d. Phys. (4) **10**, 225—241, 1903.

2) E. Rasch, Ann. d. Phys. **14**, 194, 1904. — R. Lucas, diese Zeitschr. **6**, 19, 1905, und Astron. Nachr. **168**, Nr. 4012, 1905. Vgl. auch: D. A. Goldhammer, Ann. d. Phys. **16**, 621, 1905.

Maße von der Temperatur abhängig ist, ein Resultat, welches bereits auch auf anderem Wege[1]) wahrscheinlich gemacht wurde.

1) H. Eisler, Elektrotechn. Zeitschr. **25**, 188, 1904.

Braunschweig, den 9. Mai 1905.

(Eingegangen 10. Mai 1905.)

Eigenschaften von Salzlösungen in Gemischen von Alkohol und Wasser.[1])

Von A. Fleckenstein.

Da die Löslichkeitsverhältnisse von Salzen, die in Alkohol und Wasser löslich sind, in Gemischen dieser beiden Lösungsmittel nur wenig näher untersucht worden sind, habe ich auf Anregung des Herrn Professor Dr. E. Wiedemann unternommen, eine größere Reihe solcher Bestimmungen durchzuführen und zwar für verschiedene Alkohole mit einem verschiedenen Gehalt an Wasser, um so einen Überblick über die Abhängigkeit der Löslichkeit vom Alkoholgehalt zu gewinnen.

Diese Absicht habe ich jedoch nicht völlig durchgeführt, namentlich weil ich bei meinen Untersuchungen eine eigentümliche Trennung und Schichtung von Lösungen in zwei scharf voneinander getrennte flüssige Komponenten fand und weiter verfolgte.

Meine Löslichkeitsbestimmungen erstrecken sich zunächst nur auf Ammoniumnitrat in Äthyl- und Methylalkohol und deren Gemischen mit Wasser.

Die Methode, nach der ich meine Löslichkeitsbestimmungen durchführte, war die sog. synthetische und zwar im wesentlichen in der von W. Alexejew[2]) angegebenen Form. Bei dieser Methode analysiert man nicht eine bei einer bestimmten Temperatur gesättigte Lösung, sondern man stellt umgekehrt jene Temperatur fest, bei der abgewogene Mengen der zu untersuchenden Substanz und des Lösungsmittels gerade eine gesättigte Lösung bilden.

Diese Sättigungstemperatur der Lösung von bekannter Zusammensetzung bestimmt man als das Mittel zweier Temperaturen t_1 und t_2, wobei t_1 die Temperatur der völligen Lösung der Substanz, t_2 die Temperatur der ersten Ausscheidung fester Teile darstellt.

Diese Methode führt, wie schon früher J. Schröder[3]) nachgewiesen hat, und wie von mir durchgeführte Kontrollversuche bestätigten, zu sehr genauen Resultaten. Außerdem besitzt sie vor allem den Vorzug, daß sie verschiedene Fehlerquellen, die bei der analytischen Methode nur mit den größten Schwierigkeiten beseitigt werden können, von selbst vermeidet. Solche Fehlerquellen liegen bei der analytischen Methode z. B. in der Trennung der gesättigten Lösung von den noch festen Teilen, in der Verdunstung und Abkühlung während der Trennung und besonders in der Gefahr der Übersättigung.

Alle diese Schwierigkeiten fallen von selbst fort bei der synthetischen Methode, bei der man die bekannten Mengen von Substanz und Lösungsmittel in zugeschmolzenen Glasröhrchen in Bädern erhitzt und wieder abkühlt und so die oben erwähnten Temperaturen t_1 und t_2 feststellt.

Die Einrichtung des hierbei verwendeten Apparates war kurz folgende:

Erwärmt wurden die Röhrchen in Wasserbädern von je 4 l Inhalt. Die Röhrchen waren dabei befestigt in einer federnden Spirale, die mittels eines Elektromotors in verschieden rasche Rotation versetzt werden konnte. Auf diese Weise wurde nicht nur der Inhalt der Röhrchen fortwährend durcheinander geschüttelt, sondern das rotierende Röhrchen wirkte auch gleichzeitig als vorzüglicher Rührer in dem Wasserbad, so daß in der Mitte des Bades eine hinreichend gleichmäßige Temperatur erzielt wurde. Diffuses Licht, das die Wasserbäder von hinten her durchsetzte, ermöglichte es, noch äußerst kleine Kriställchen in den Lösungen wahrzunehmen.

Die Hauptresultate meiner in dieser Weise durchgeführten Untersuchungen über die Löslichkeit von NH_4NO_3 in Wasser-Alkoholgemischen sind folgende:

1. Die Löslichkeit wasserfreien Ammoniumnitrats in absolutem Äthylalkohol ist sehr gering; sie nimmt mit steigender Temperatur sehr langsam zu. Wie die umstehende Fig. 1, in der als Abszissen die Temperaturen t, als Ordinaten die entsprechenden Löslichkeitszahlen S, d. h. Gewichtsteile der gelösten Substanz auf 100 Gewichtsteile Lösungsmittel, aufgetragen sind, zeigt, ist die Löslichkeitskurve in dem untersuchten Intervalle eine gerade Linie, die nur um einen kleinen Winkel von der Abszissenachse abweicht. Mit abnehmendem Alkoholgehalt der Mischungen steigt die Löslichkeit rasch an, die Löslichkeitskurven werden stark gekrümmt, konvex gegen die Abszissenachse und steigen immer steiler empor. Die Löslichkeit in reinem Wasser erreicht eine beträchtliche Größe.

2. Die Löslichkeit von NH_4NO_3 in Wasser wird durch Anwesenheit von Äthylalkohol im allgemeinen vermindert, doch konnten einfache Beziehungen zwischen dem Alkoholgehalt und

1) Mitteilung aus dem physikalischen Institute der Universität Erlangen; Auszug aus einer Erlanger Inauguraldissertation, Sitzungsberichte der Physikal. Medizinischen Sozietät Erlangen, 1904.

2) Wied. Ann. **26**, 306, 1886.

3) Zeitschr. für phys. Chem. 11, 447, 1893.

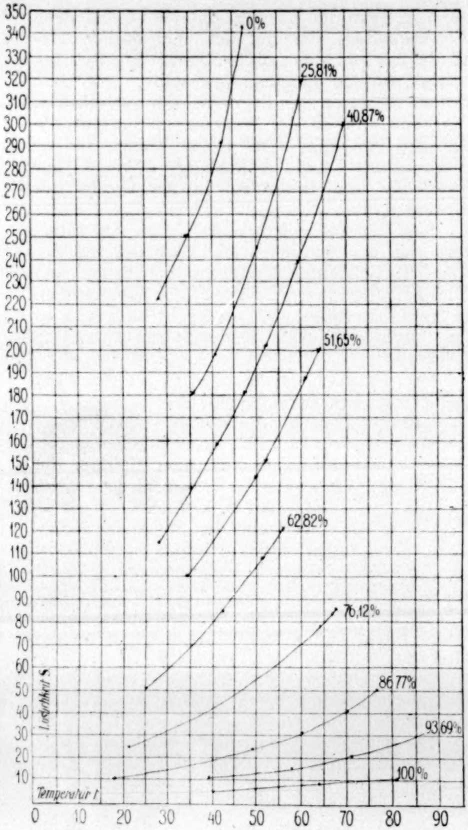


Fig. 1.

der Löslichkeitsminderung nicht gefunden werden.

3. In absolutem Methylalkohol ist die Löslichkeit von NH_4NO_3 bedeutend größer als in absolutem Äthylalkohol und steigt auch mit zunehmender Temperatur rascher an; ebenso in den Gemischen.

4. Die Löslichkeit von NH_4NO_3 in Wasser wird durch Zusatz von Methylalkohol zur Lösung stets gesteigert.

5. Die Tatsache, daß Methylalkohol in seinen Eigenschaften eine größere Verwandtschaft zum Wasser zeigt als Äthylalkohol, bestätigt sich auch auf dem Gebiete der Löslichkeit und zwar durch das Ergebnis, daß die Löslichkeitskurve für Äthylalkohol eine Gerade ist, für Methylalkohol jedoch ebenso wie für Wasser oder Wasser-Alkoholgemische sich stark gekrümmt zeigt.

6. Stellt man die Löslichkeit bei konstanter Temperatur als Funktion des Alkoholgehaltes der einzelnen Mischungen dar, so zeigt sich bei beiden Alkoholen, daß die für die Gemische gewonnenen Werte nicht mittlere Werte zwischen der Löslichkeit in absolutem Alkohol und in reinem Wasser sind, sondern teilweise erheblich hinter den mittleren Werten zurückbleiben.

Die größten Abweichungen von den mittleren Werten liegen für Äthylalkohol-Wassergemische zwischen 80 und 90 Proz. Alkoholgehalt, für Methylalkohol-Wassergemische zwischen 60 und 80 Proz.

Die Kurven, welche diese Verhältnisse graphisch darstellen, verlaufen zunächst langsam ansteigend stark konvex gegen die Abszissenachse. Mit abnehmendem Alkoholgehalt steigen dann diese Kurven sehr steil empor und verlaufen fast geradlinig. Den Verlauf der Kurven im Gebiet der größten Abweichung für Äthylalkohol zeigt Fig. 2. Abszissen sind hier die

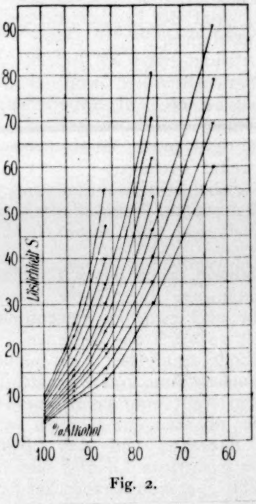


Fig. 2.

Gewichtsprozente Alkohol der jeweiligen Mischung, Ordinaten die zugehörigen Löslichkeitszahlen und zwar sind es die Kurven für die Temperaturen 30^0, 35^0, 40^0 bis 80^0.

Bei höheren Temperaturen verschwinden diese Abweichungen allmählich und die Werte der Löslichkeit nähern sich mehr mittleren Werten, was der regelmäßige Verlauf der Kurven hoher Temperaturen zeigt.

7. Das Gesetz, das **Bodländer**[1]) für die Löslichkeit von Salzen, die in absolutem Alkohol nicht löslich sind, in Wasser-Alkohol-

1) Zeitschr. für phys. Chem. **7**, 308, 1891.

gemischen aufgestellt hat, konnte ich für $NH_4 NO_3$ leider nicht prüfen, da die Bestimmung der dazu nötigen Größe, nämlich des spezifischen Gewichtes der einzelnen Lösungen bei den höheren Temperaturen eine besondere, nicht ganz leichte Untersuchung gefordert hätte.

Während dieser Untersuchungen fand ich bei einer Lösung von NH_4NO_3 in einem Äthylalkohol-Wassergemisch von 76,12 Gewichtsprozenten Alkohol eine auffallende Erscheinung, nämlich eine plötzliche Trübung und darauf folgende Trennung der Lösung in zwei durch eine bräunliche Fläche scharf voneinander getrennte Schichten.

Solche Schichtungsphänomene bei Salzlösungen in Alkohol-Wassergemischen wurden schon früher gefunden und untersucht, so zuerst wahrscheinlich von H. Schiff[1]); später, nachdem Bodländer diese Erscheinung wieder aufgefunden, stellten J. Traube und O. Neuberg[2]) eingehendere Untersuchungen darüber an. Während der Drucklegung meiner Arbeit ersah ich dann noch, daß in neuester Zeit W. Herz und M. Knoch[3]) in Aceton-Wasser-Gemischen solche Schichtungen beobachteten. Letztere beschäftigten sich allerdings nur sehr wenig mit den Schichtungserscheinungen selbst; auch gelten ihre Beobachtungen meist nur für eine ganz bestimmte Temperatur, und zwar die des Zimmers.

Ich führte nun eine Reihe von größtenteils qualitativen Untersuchungen über die Schichtungserscheinungen in Lösungen von NN_4NO_3 in Äthylalkohol-Wassergemischen aus und zwar speziell über den Einfluß des Salzgehaltes, des Alkoholgehaltes und der Temperatur auf die Schichtung. Ich führte die Beobachtungen wieder aus an Lösungen, die in Glasröhrchen eingeschmolzen waren, in einem Wasserbad, wie oben näher beschrieben ist. Eine quantitative Untersuchung der einzelnen Schichten ließ sich nach einer Reihe von mißglückten anderen Versuchen auf folgende Weise durchführen:

Man stellt die Lösung, die Schichten bilden kann, in einem weiten, oben offenen, zylindrischen Glasrohr her, das in einem Wasserbad auf konstante Temperatur gebracht werden kann. Das Rohr wird, um eine Verdampfung des Lösungsmittels möglichst zu verhüten, durch einen Kork, durch den möglichst luftdicht ein Glasstab zum Durcheinanderrühren der Lösung geführt ist, verschlossen. Ist die Schichtung eingetreten und alles Salz gelöst, entnimmt man mit angewärmten Pipetten jeder der beiden Schichten 2 Proben, die eine läßt man rasch in ein kleines Kölbchen überlaufen, die andere in ein Glasröhrchen, wie man sie bei Löslichkeitsuntersuchungen mit der Alexejewschen Methode benützt. Aus der ersten Probe bestimmt man durch Abdampfen den Salzgehalt der Schicht. Die zweite Probe bringt man in dem zugeschmolzenen Röhrchen in ein Wasserbad und bestimmt nach der synthetischen Methode die Sättigungstemperatur. Für diese Temperatur stellt man die Kurve auf, die die Abhängigkeit der Löslichkeit vom Alkoholgehalt gibt und bestimmt aus dieser Kurve den Alkoholgehalt, der dem aus dem ersten Versuche gefundenen Salzgehalte entspricht.

1) Lieb. Ann. **118**, 372, 1861.
2) Zeitschr. für phys. Chem. **1**, 509, 1887.
3) Zeitschr. für anorg. Chem. **41**, 315, 1904.

Die hauptsächlichsten Resultate meiner Untersuchungen über diese Schichtungserscheinungen sind folgende:

1. Die Schichtenbildung von Lösungen von NH_4NO_3 in Äthylalkohol-Wassergemischen tritt bei konstantem Alkoholgehalt erst von einem bestimmten Alkoholgehalt an auf und zwar bei einer ganz bestimmten Temperatur t_1. Diese Temperatur ist nur abhängig vom Alkoholgehalt, nicht aber vom Salzgehalt der Lösung.

2. Die Schichtung scheint nur innerhalb bestimmter Grenzen des Alkoholgehaltes einzutreten; so wurde bei einem Gemische von 51,65 Proz. Alkohol keine Schichtung mehr beobachtet, ebenso bei einem Gemisch von 93,69 Proz. Die Schichtungstemperatur t_1 steigt mit wachsendem Alkoholgehalt.

3. Bei Methylalkohol-Wassergemischen wurden Trübungs- und Schichtungserscheinungen nicht wahrgenommen.

4. Die Schichtung tritt nur ein, wenn bei der dem betreffenden Gemische zukommenden Schichtungstemperatur t_1 noch ungelöstes Salz vorhanden ist.

5. Die Schichtung besteht nur während eines ganz bestimmten Temperaturintervalles; erwärmt man weit genug, so verschwindet bei einer Temperatur t_2, die vom Salzgehalt abhängt, und mit diesem steigt Trübung und Schichtung. Zwischen t_1 und t_2 liegt auch die Sättigungstemperatur der jeweiligen Lösung.

6. Die Volumina der Schichten sind sehr stark veränderlich mit der Temperatur. Eines der beiden Volumina wächst mit steigender Temperatur bis zu einem Maximum, um dann wieder bis zu Null (bei t_2) abzunehmen. Hierin unterscheiden sich die Verhältnisse bei NH_4NO_3 von jenen bei $(NH_4)_2SO_4$; bei letzterem fanden nämlich Traube und Neuberg, daß die Volumina der beiden Schichten in bedeutenden Temperaturintervallen sich nur sehr wenig ändern.

Die Veränderlichkeit der Volumina der beiden Schichten zeigt am besten nachfolgende Fig. 3. Hier sind für 3 untersuchte Lösungen die Temperaturen als Abszissen aufgetragen, als Ordi-

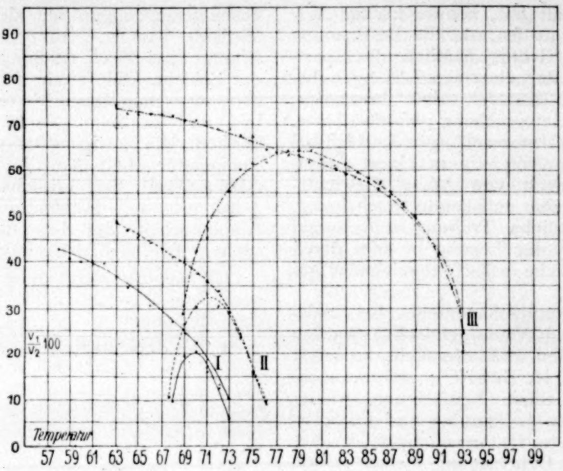


Fig. 3.

naten dagegen das hundertfache Verhältnis $\frac{v_1}{v_2}$, wo v_1 das Volumen der unteren, v_2 das der oberen Schicht bedeutet. v_1 und damit das Verhältnis $\frac{v_1}{v_2}$ wächst mit steigender Temperatur bis zu einem Maximum und nimmt dann ab bis zum gänzlichen Verschwinden der Trübung bezw. Schichtung. Kühle ich jetzt wieder ab, so tritt eine Art von Übersättigungserscheinung auf; das Volumen v_1 wächst weit über das Maximum hinaus, bis bei einer bedeutend tieferen Temperatur die Trübung und Schichtung unter starkem Ausfall von NH_4NO_3 plötzlich verschwindet.

7. Die quantitative Analyse der Schichten bestätigte die Resultate von Schiff und Traube und Neuberg, daß die untere Schicht wasser- und salzreicher, aber alkoholärmer ist als die obere.

8. Das Resultat von Traube und Neuberg, daß bei $(NH_4)_2SO_4$ die untere Schicht innerhalb großer Temperaturintervalle nahezu konstante Zusammensetzung habe, scheint mit Rücksicht auf die große Volumenänderung der einzelnen Schichten bei Ammoniumnitrat nicht zuzutreffen.

(Eingegangen 5. Mai 1905.)

Über die Leitfähigkeit der Schwefelsäure bei verschiedenen Temperaturen.

Von Blas Cabrera Felipe.

1. Läßt man den Blick über die ungeheure Menge der Leitfähigkeitsmessungen, welche in den letzten zwanzig Jahren an Elektrolyten angestellt worden sind, schweifen, so erscheint das Arbeitsfeld, wenigstens soweit es sich auf die wässrigen Lösungen bezieht, vollkommen erschöpft, und die Gesetze, welche die genannten Phänomene beherrschen, in ihren großen Zügen sicher festgelegt.

Jede Lösung ist ein chemisch heterogenes System von zwei oder mehr Komponenten, dessen Zustand als Funktion der Temperatur, des Druckes und der relativen Menge, in der $n-1$ von den n-Bestandteilen vorhanden sind, definiert ist. Wollen wir irgend eine Eigenschaft eines solchen Systems vollständig bestimmen, so müssen wir im allgemeinen $n+1$ Reihen von Bestimmungen durchführen, wobei jedesmal eine der oben erwähnten Größen die unabhängige Variable darstellt. Nun sind zwar im Falle der wässrigen Lösungen die Untersuchungen, welche die Konzentration als variabel ansehen, recht vollständig, aber solche bei variabler Temperatur recht spärlich und solche bei variablem Druck kaum vorhanden. Wurde die Temperatur überhaupt berücksichtigt, so hielten sich ihre Schwankungen doch innerhalb gewisser Grenzen; die Beobachtungen konnten also, da die betreffenden Autoren mit ihren Studien andre Zwecke verfolgten, nicht zur Ermittlung des in Frage kommenden Gesetzes dienen.

Schon Arrhenius wies darauf hin, daß alle Körper mit positiver Ionisierungswärme bei Veränderung der Temperatur ein Leitfähigkeitsmaximum besitzen müssen und bewies die Richtigkeit seiner Ansicht an der phosphorigen und der unterphosphorigen Säure, deren Maxima bei 78 resp. 57° liegen.

Jedoch scheint dieses Maximum viel allgemeiner zu sein, als sich aus den Darlegungen des schwedischen Forschers entnehmen läßt. Franklin und Krauß[1]) und später Walden studierten die Leitfähigkeit von Lösungen in flüssigem Ammoniak, Methylamin und Schwefligsäureanhydrid von den niedrigsten bis zu den kritischen Temperaturen und wiesen für alle Fälle ein Maximum nach, hinter dem die Leitfähigkeit rapide abnimmt, um schließlich für genannte Grenze außerordentlich klein zu werden: für verschiedene Elektrolyte sind die Maxima verschieden. In den letzten Jahren[2]) wurde diese Tatsache von Krauß auch für den Methyl- und Äthylalkohol bestätigt.

Das Phänomen scheint also ganz allgemein zu sein, und wenn es für das Wasser nicht immer beobachtet worden ist, so kommt dies zweifellos daher, daß sein kritischer Druck weit größer als eine Atmosphäre ist und darum das Maximum der Leitfähigkeit für die meisten Elektrolyte bei höheren Temperaturen als bei den Siedepunkten der Lösungen unter normalem Drucke liegen muß.

Ich sehe es nun als meine Aufgabe an, diese Lücke durch eine größere Reihe von Versuchen auszufüllen. Begonnen habe ich meine Arbeiten mit einer konzentrierten Lösung von Schwefelsäure in Wasser und zwar für das Temperaturintervall von 0^0-100^0, und wenn ich auch die hier angegebenen Resultate nur mehr als eine erste Annäherung betrachte, so dürfte doch aus ihnen zur Genüge hervorgehen, wie interessant solche Untersuchungen sind.

2. Die durchzuführenden Operationen lassen sich in zwei große Gruppen einteilen: die Bestimmung der Konzentration der Lösungen und die Messung ihres Widerstandes bei verschiedenen Temperaturen.

Die Bestimmung der Konzentrationen wurde mit Hilfe des spezifischen Gewichtes ausgeführt. Die Lösungen wurden durch Mischung aus chemisch reiner Schwefelsäure und destilliertem Wasser, deren Widerstand in demselben Gefäß und unter denselben Bedingungen gemessen, mehr als eine Million mal größer war als derjenige der untersuchten Elektrolyte, also vernachlässigt werden konnte, annähernd in dem gewünschten Verhältnis zusammengemischt. Die noch für $^1/_{10}$ mg empfindliche Wage und der Gewichtssatz waren vorher genau kontrolliert worden.

Aus dem so bestimmten spezifischen Gewicht berechnete ich mit Hilfe der Tafeln von Pickering und Marshall den Prozentgehalt der Lösungen und die Anzahl von Molekülen Wasser, welche auf ein Molekül Schwefelsäuremonohydrat kamen. In dieser Berechnung ist ein wunder Punkt: die erwähnten Tafeln sind für 15^0 berechnet, während die spezifischen Gewichte bei etwas höheren Temperaturen bestimmt wurden. Wie groß der dadurch verursachte Fehler sein wird, kann ich schwer sagen, denn irgend eine unter vertrauenswürdigen Bedingungen gemachte Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten konzentrierter Schwefelsäurelösungen ist mir nicht bekannt. Wenn nun auch der Ausdehnungskoeffizient der Lösungen sicherlich von dem des Wassers differiert, so werden doch wohl beide dasselbe Vorzeichen haben, und wir können in erster Annäherung annehmen, daß der Temperaturkoeffizient der Mischungen gleich der aus der relativen Zusammensetzung der Lösung zu berechnenden Differenz zwischen dem des reinen Wassers und dem der reinen Säure ist, und da diese beiden an sich schon klein sind, so können wir den erwähnten Fehler für unsere Arbeit wohl vernachlässigen.

Es dürfte vielleicht befremden, daß ich die Konzentration auf die Zahl der Grammoleküle Lösungsmittel (H_2O), die auf ein Grammolekül Elektrolyt (H_2SO_4) kommen, bezogen habe. Schon Dutoit hat in ähnlicher Weise die Konzentration durch die Anzahl der Grammoleküle des Elektrolyten pro Grammolekül des Lösungsmittels ausgedrückt. Im vorliegenden Falle ist indes die von mir eingeschlagene Methode für die graphische Darstellung geeigneter. Übrigens haben beide Methoden den bereits von Dutoit hervorgehobenen Vorteil, von der Temperatur unabhängig zu sein, ein Vorteil, den die gewöhnliche Angabe (Grammoleküle pro Liter) entbehrt.

3. Was die Bestimmung der Widerstände anbelangt, so mußte ich zunächst die geeignete Methode auswählen. Über diesen Punkt ist viel gestritten worden, ich will aber die vielen benutzten Verfahren nicht schildern; hier genüge die Bemerkung, daß ich nach längerem Überlegen die Brückenmethode mit Wechselstrom vorgezogen habe, und zwar war für die Wahl hauptsächlich maßgebend, daß man allein nach diesem Verfahren mit verhältnismäßig kleinen Mengen des Elektrolyten arbeiten und damit leicht in der ganzen Masse gleichförmige Temperatur erzielen kann.

Aber auch innerhalb dieser Methode kann man entweder, nach dem Vorschlage von Kohlrausch, mit Wechselstrom und Telephon oder aber mit Gleichstrom, dessen Richtung mit Hilfe eines mechanischen Kommutators mit variabler Geschwindigkeit umgekehrt wird, arbeiten. Durch den Kommutator wird gleichzeitig ein ballistisches Galvanometer immer in derselben Richtung angeschlossen. Dieses letzte

1) P. Dutoit, Journ. de chim. phys. **2**, 631. — Lehfeld, Electro-Chemistry I, 86.
2) The Physical Review, **18**.

Verfahren wurde praktisch zuerst von Mac Gregor und Fitzpatrick, später von Whetham angewendet.

Einige Vorversuche zeigten, daß wenigstens für die Apparate und Geschwindigkeiten, über die ich verfügte, Mac Gregors Methode dann, wenn der zu messende Widerstand groß, von der Ordnung 700 Ohm, war, vor derjenigen von Kohlrausch den Vorzug verdiente, während diese bei kleineren Widerständen, wie sie in unserm Falle vorliegen, besser übereinstimmende Resultate als jene ergibt.

Der Rotationskommutator, dessen ich mich bediente, bestand aus einer Ebonitscheibe, auf deren beiden Seiten zwei Reihen von Messingkontakten befestigt waren, die mit den beiden Endpunkten der Brücke in Verbindung standen und auf denen mit den Polen einer Akkumulatorbatterie verbundene Bürsten schleiften. Andere Kontakte schlossen den Strom zum Galvanometer.

Bei einer einmaligen Umdrehung wurde der Strom zwölfmal umgekehrt. Ein Motor mit hoher Geschwindigkeit lieferte die Rotationsbewegung. Die Zahl der Drehungen wurde auf elektrischem Wege durch einen Chronographen registriert und konnte von 6 bis 16 mal pro Sekunde variiert werden, d. h. der Strom kehrte sich in der Brücke 72 bis 192 mal um.

Für die Methode von Kohlrausch verwendete ich ein kleines Induktorium mit Hammerunterbrecher, dessen Frequenz hinreichte, um einen ziemlich hohen musikalischen Ton hervorzurufen. Auch versuchte ich die Verwendung einer elektrischen Stimmgabel, aber die erhaltenen Resultate waren schlechter als die mit dem angegebenen Unterbrecher. Das Telephon war ein Modell von Hartmann & Braun.

Mit diesen Anordnungen führte ich zunächst im Vorversuch verschiedene Messungsreihen aus. Zuerst variierte ich die Geschwindigkeit des beschriebenen Kommutators. Am geeignetsten erwiesen sich 11 bis 12 Umdrehungen pro Sekunde. Dann maß ich verschiedene Widerstände, von denen die einen, gebildet durch eine Lösung von $ZnSO_4$ mit amalgamierten Zinkelektroden, etwa 700 Ohm, die anderen, Lösungen unserer Elektrolyte, annähernd 4 Ohm Widerstand hatten. Aus den erhaltenen Resultaten führe ich die folgenden Daten an:

700 Ohm Widerstand

Mac Gregor	Kohlrausch
581,0	582,0
583,0	585,0
581,5	583,5
582,0	580,5

4 Ohm Widerstand

Mac Gregor	Kohlrausch
434,0	445,0
438,0	446,0
442,0	446,0
444,0	445,0

Wie aus der Tabelle hervorgeht, war unter Berücksichtigung der Größe der Widerstände, mit denen ich zu operieren hatte, die Entscheidung nicht schwer, außerdem erhielt ich fast immer innerhalb einer Strecke von nicht mehr als 1 mm im Telephon absolute Stille oder doch ein sehr deutliches Tonminimum.

4. Meine Aufgabe erforderte oder empfahl wenigstens die Verwendung eines mit einem Thermometer versehenen elektrolytischen Gefäßes; indes sah ich mich genötigt, zwei Gefäße, welche die genannte Bedingung nicht erfüllen, zu benutzen, eines in *U*-Form mit horizontalen Elektroden für die kleinen Konzentrationen und ein anderes vollständig geschlossenes in *H*-Form für große Konzentrationen. Die Elektroden des ersten waren von dem Fabrikanten platiniert — welches Verfahren er angewendet hat, weiß ich nicht —, die des zweiten wurden nach der Vorschrift von Lummer und Kurlbaum, welche bekanntlich die besten Resultate liefert, platiniert. Die Konstanten wurden mit Hilfe derselben Elektrolyte, welche den Gegenstand meiner Untersuchung bilden, bestimmt, wobei ich als Fundamentalwerte die von Kohlrausch für Lösungen von nahezu maximaler Leitfähigkeit angegebenen annahm. Die Logarithmen dieser Konstanten sind in der Tabelle angegeben.

Um den Fehler, der durch das Fehlen des Thermometers im Innern des Gefäßes hervorgerufen werden konnte, zu vermeiden, operierte ich in folgender Weise: Ich stellte das Gefäß in ein Petroleumbad, welches von einem Strom geheizt wurde; in den Stromkreis war ein Unterbrecher eingeschaltet, mit dessen Hilfe ich nach wenig Übung leicht eine bestimmte Temperatur mit einem Fehler von weniger als $0,4^0$ für beliebige Zeit erhalten konnte. Wenn das in das Bad getauchte Thermometer die gewünschte Temperatur erreicht hatte, so begann ich eine Reihe von Bestimmungen in Zwischenräumen von je 15 Minuten, bis ich zweimal hintereinander dasselbe Resultat erhielt. In diesem Falle konnte ich die Temperatur des Elektrolyten der des Bades gleichsetzen. Die Bestimmungen waren immer das Mittel aus vier Ablesungen, bei denen ich den Kontakt im entgegengesetzten Sinne und ohne auf die Skala der Brücke zu sehen, verschob.

Da dieses Verfahren eine Fehlerquelle enthält, indem man der Temperatur, trotzdem das Bad lange Zeit hindurch konstant bleibt, einen höheren Wert zuschreibt, als sie tatsächlich

hat, so suchte ich mich darüber zu vergewissern, ob der Fehler klein genug wäre, um das gesuchte Gesetz nicht etwa zu verdecken und stellte die Beobachtungen auf folgende Weise an. Zuerst bestimmte ich das Verhältnis der Brückenabschnitte für eine Reihe von Temperaturen zwischen 0 und 60° in ansteigender Reihe und zeichnete die Angaben in Form einer Kurve auf Millimeterpapier. Dann erhitzte ich während einiger Stunden auf 100°, stellte die relative Länge für die Temperaturen zwischen 100 und 40° in absteigender Reihe fest und konstruierte die entsprechende Kurve auf demselben Papier. Beide Kurven gingen ganz kontinuierlich ineinander über und legten sich in den gemeinsamen Strecken übereinander.

5. Der Draht der Brücke, mit der die Messungen ausgeführt wurden, wurde zunächst sorgfältig kalibriert und zwar nach der Methode von J. A. Harker[1]); die direkten Resultate wurden nach dem Verfahren von Neumann berechnet. Der wahrscheinliche Fehler der so erhaltenen Korrektionen ist viel kleiner als die Differenz zwischen den einem und demselben Punkte der Kurven entsprechenden Ablesungen.

2,675 Mol. H_2O

log · C = 4,99776

T	Leitfähigkeit
0,	0,00001767
4,4	1995
11,6	2407
17,0	2700
25,4	3284
31,4	3673
37,4	4047
43,4	4479
49,4	4882
55,4	5385
61,8	5851
68,4	6432
74,8	7100
81,6	7536
87,4	8006

4,760 Mol. H_2O

log · C = 4,99776

T	Leitfähigkeit
3,2	0,00003204
4,4	3589
7,4	3833
11,4	4197
16,4	4659
22,6	5219
28,8	5797
34,4	6495
39,4	6968
45,4	7606

T	Leitfähigkeit
51,6	8385
57,4	8801
63,4	9439
68,8	9971
75,4	10574
80,8	11131
87,4	11813

6,239 Mol. H_2O

log · C = 4,99776

T	Leitfähigkeit
1,4	0,00004003
6,4	4569
11,4	5103
17,0	5524
23,0	6320
31,4	7176
39,4	8075
42,4	8424
48,4	9087
52,4	9494
53,4	9573
59,4	10244
71,4	11221
77,4	11669
90,9	12647

10,099 Mol. H_2O

log · C = 4,38474

T	Leitfähigkeit
10,4	0,00006225
15,6	6900
25,0	8015
33,0	8908
41,0	9750
48,0	10405
55,0	11303
62,0	12344
69,0	13110
76,2	13735
82,0	14199
88,0	14634
88,8	14654

14,451 Mol. H_2O

log · C = 4,99776

T	Leitfähigkeit
0,2	0,00005072
6,4	5790
11,6	6442
16,4	7030
22,6	7643
28,4	8242
35,4	8957
42,4	9668
48,4	10243
56,4	10775
63,4	11333

1) Proc. Roy. Soc. **8**, 154.

T	Leitfähigkeit
68,9	11969
77,2	12820
84,4	13284
90,6	13668

14,891 Mol. H_2O
log · $C = 4,38474$

T	Leitfähigkeit
0	0,00005065
5,6	5789
11,4	6452
19,8	7396
25,4	8012
33,2	8870
41,2	9695
49,2	10396
57,2	11408
65,2	12123
73,2	12900

22,172 Mol. H_2O
log · $C = 4,38474$

T	Leitfähigkeit
0,2	0,00004856
6,4	5247
11,6	5726
16,4	6161
22,6	6618
28,4	7088
35,4	7689
42,4	8234
49,4	8717
57,4	9270
65,4	9699
73,4	10183
81,4	10631
89,4	10981

35,344 Mol. H_2O
log · $C = 4,38474$

T	Leitfähigkeit
0,2	0,00003921
5,6	4271
11,6	4674
16,4	4982
24,4	5475
32,4	6031
40,4	6426
48,4	6882
56,4	7286
63,4	7589
69,8	7816
77,2	8180
84,4	8414
90,4	8627

6. Wie sich aus den vorstehenden Tabellen und aus Fig. 1 entnehmen läßt, habe ich 8 Lösungen, deren Konzentration zwischen 2,657 und 35,344 Molekülen Wasser pro ein Molekül Schwefelsäure variiert, untersucht und den Widerstand und zwar meist für Temperaturen, die unter sich um 6—8° differierten, bestimmt. Trotz der angegebenen Einheiten stehen, wie man sieht, in einigen dieser Kurven die Punkte ziemlich weit von der zwischen ihnen gezogenen Linie ab. Vielleicht sind diese Abweichungen das Resultat von Fehlern, welche sich in ein und demselben Sinne angehäuft haben, oder sie deuten auf irgendeinen Umstand hin, der uns bisher entgangen ist.

Beachtenswert ist die Veränderung der Kurven bei sinkender Konzentration. Für sehr große Konzentrationen, wie sie in der ersten Lösung vorlagen, ist die Kurve konvex gegen die Abszissenachse gekrümmt, und das Maximum der Krümmung liegt bei niedrigeren Temperaturen. In der zweiten Kurve bleibt die konvexe Stelle am untern Ende bestehen, während sich am oberen Ende bereits eine zwar nur leichte, aber unverkennbare, konkave Krümmung bemerkbar macht und dadurch die Anwesenheit eines Wendepunktes anzeigt. Von der zweiten Kurve ab scheint die konvexe Krümmung vollständig verschwunden zu sein, während die konkave Krümmung sich immer schärfer ausprägt und sich gleichzeitig das Krümmungsmaximum nach Punkten niedrigerer Temperatur verschiebt.

Diese Umformungen werden verständlich, wenn man annimmt, daß die vollständige Kurve für jede Lösung die Form eines langen, ausgezogenen S hat, dessen Wendepunkt bei sinkender Konzentration zu den niedrigeren Temperaturen hin wandert. Bei der ersten Kurve muß sich der Wendepunkt etwas oberhalb, aber sehr nahe an 100°, für die zweite etwa bei 50°, bei der dritten vielleicht etwas oberhalb 0° befinden; in den folgenden entfernt er sich immer mehr, um schließlich bei der letzten vollkommen zu verschwinden.

Nach Ausführung der vorstehenden Arbeit und Zeichnung der Kurven und auch nach dem Vortrage, welchen ich am 31. Dez. 1904 in der Sociedad española de física y química in Madrid gehalten habe, erhielt ich Kenntnis von der in den Proc. Roy. Soc., Band 71, von W. R. Bousfield und T. M. Lowry publizierten Abhandlung, welche in enger Beziehung zu meinen eigenen Untersuchungen steht und die oben gegebene Interpretation bestätigt. Gleichzeitig stellen die vorliegenden Untersuchungen auch einen direkten Beweis der theoretischen Ideen der genannten Forscher dar.

„Für die meisten Elektrolytlösungen,“ sagen sie[1]), „verkleinert sich der Ionisierungskoeffizient,

1) Journ. de Physique, 4a, 5, III, 807.

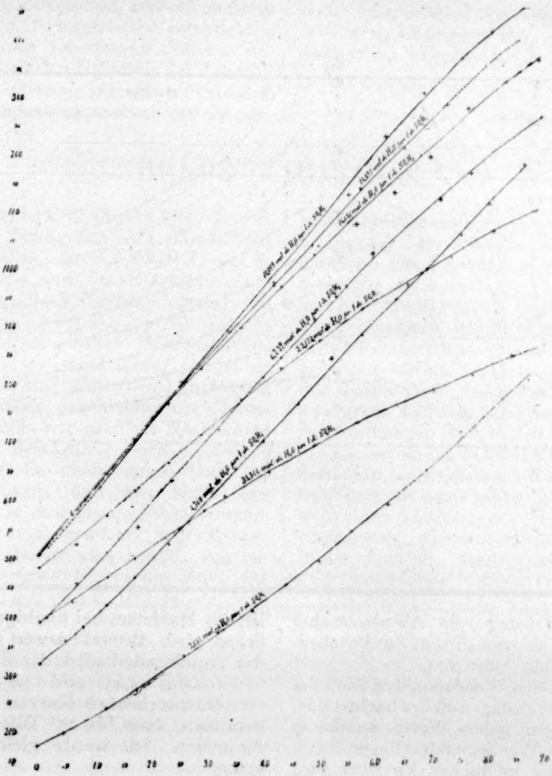


Fig. 1.

wenn die Temperatur steigt, und die Hauptwirkung einer Temperaturerhöhung besteht darin, daß sie die Menge der in der Lösung vorhandenen wirksamen Bestandteile verringert, eine Wirkung, welche sich dem allmählichen Verschwinden der Ionisierungskraft des Lösungsmittels zuschreiben läßt. Bei unendlicher Verdünnung aber nimmt die Leitfähigkeit zu, weil die Beweglichkeit der Ionen infolge der Verminderung der Viskosität der Flüssigkeit größer wird. Der Einfluß der Temperatur auf die äquivalente Leitfähigkeit einer Elektrolytlösung wird also von zwei entgegengesetzten Tendenzen bestimmt, und zwar wird der Koeffizient der Veränderung bald positiv, bald negativ sein, je nachdem der eine oder der andre der beiden Einflüsse vorherrscht.

Im allgemeinen wird also für jeden Elektrolyten eine Temperatur, welche von der Natur des Lösungsmittels und derjenigen der gelösten Substanz und ferner von der Konzentration abhängt, existieren, für welche die Leitfähigkeit ein Maximum, in dem der Temperaturkoeffizient Null ist, erreichen wird.

In diesem Punkte sinkt die Leitfähigkeit, wenn die Temperatur sinkt, weil die Viskosität größer wird; sie sinkt aber auch, wenn die Temperatur steigt, weil die Ionisierungskraft geringer wird.

Die Autoren suchen zu beweisen, daß die beiden absteigenden Zweige der Kurve einen Wendepunkt zeigen. Es existiert keine wohl definierte Temperatur, für welche die Viskosität des Wassers unendlich groß ist, die Leitfähigkeitskurve nähert sich für sehr niedrige Temperaturen asymptotisch der Abszissenachse, und da sie im Anfang gegen diese Achse konkav verläuft, so muß sie einen Wendepunkt besitzen. Nach der Seite steigender Temperatur sinkt die Leitfähigkeit, bis sie bei der kritischen

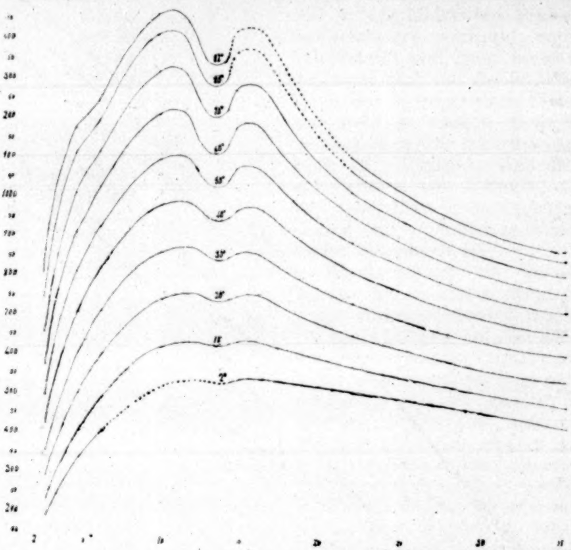


Fig. 2.

Temperatur der Lösung die Abszissenachse schneidet; es muß also auf diesem Zweige ebenfalls ein Wendepunkt existieren.

Von diesen beiden Wendepunkten muß der erste bei wässrigen Lösungen oft beobachtet sein, denn diese Lösungen geben Werte, welche zu beiden Seiten des Wendepunktes liegen."

Die Ansicht der englischen Physiker wird also vollkommen bestätigt, und zwar ist die Bestätigung um so wertvoller, als ich auf den Wendepunkt hingewiesen habe, bevor ich ihre Arbeit kannte.

Was die Existenz des bereits von Arrhenius vorausgesagten Maximums anbelangt, so erscheint es innerhalb der von uns eingehaltenen Temperaturgrenzen nicht, indes bin ich überzeugt, daß es sich für die verdünnteren der von uns studierten Lösungen sehr wenig oberhalb 100^0 vorfinden wird.

Meine Überzeugung entspringt hauptsächlich der Betrachtung der oben erwähnten, in dieser Notiz nicht reproduzierten Zeichnungen, welche direkt mit Bezugnahme auf die Längen der Brückenabschnitte konstruiert sind; auf diesen Zeichnungen liegen nämlich die äußersten Punkte der Kurven fast in einer Horizontalen. Ferner muß auch darauf als auf eine indirekte Bestätigung der Arrheniusschen Voraussage hingewiesen werden, daß für stärkere Lösungen, für welche nach den Arbeiten von Thomsen und Berthelot die Ionisierungswärme größer ist, das Maximum bei niedrigeren Temperaturen liegen wird. Bemerkenswert ist schließlich auch das Auseinanderlaufen der drei den Lösungen von 10,099; 14,451 und 14,891 Molekülen Wassers entsprechenden Kurven bei höheren Temperaturen, denn bis 25^0 fallen die Kurven fast zusammen. Ich werde gleich darauf zurückkommen.

7. Um die Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Konzentration für jede Temperatur zu bestimmen, zeichnete ich Figur 2. Die Punkte wurden aus den ersten Kurven abgeleitet, indem ich diese durch Parallele zur Ordinatenachse schnitt.

In diesen Kurven kann man erstens die Existenz des zuerst von Kohlrausch und dann von vielen andern Forschern beobachteten Leitfähigkeitsmaximums erkennen, welches sich um so schärfer ausspricht, je höher die Temperatur ist. Ob dieses Maximum das einzige ist oder ob, wie der Verlauf der Kurven zeigt, wirklich noch ein zweites vorhanden ist, das vermag ich mit Sicherheit nicht zu entscheiden.

Das Minimum, welches 14 Molekülen Wassers zu entsprechen scheint, folgt unmittelbar aus dem oben erwähnten fächerförmigen Verlauf der Kurven. Nun liegt einerseits die genannte Abweichung weit oberhalb jedes möglichen Beobachtungsfehlers, andererseits aber ist ein einziger Punkt nicht genügend, um eine Deformation anzunehmen, die um so befremdender

ist, als sie keinem bekannten oder wahrscheinlichen Hydrate der Schwefelsäure entspricht.

Kurz, wir können als einziges positives Ergebnis meiner Arbeit den Nachweis der Existenz des von den oben zitierten englischen Forschern vermuteten Wendepunktes ansehen und als sehr wahrscheinlich hinstellen, daß dieser Wendepunkt bei um so niedrigerer Temperatur liegt, je verdünnter die Lösung ist.

(Aus dem Spanischen übersetzt von Werner Mecklenburg.)

(Eingegangen 22. April 1905.)

BESPRECHUNGEN.

Leo Königsberger, Carl Gustav Jacob Jacobi. Festschrift zur Feier der 100. Wiederkehr seines Geburtstages. gr. 8. XVIII u. 554 S. mit einem Bildnis und dem Faksimile eines Briefes. Leipzig, B. G. Teubner. 1904. Gebunden 16 M.

Jeder den mathematischen Wissenschaften Näherstehende hat es wohl sicher einmal als Mangel empfunden, daß über den Lebensgang und die Persönlichkeit der Meister der Mathematik im allgemeinen nur spärliche Nachrichten zu erhalten sind. Beschränken sich diese doch in der Regel auf die nach seinem Tode gehaltene Gedächtnisrede und eine kurze biographische Skizze in den gesammelten Werken. Um so freudiger muß es daher begrüßt werden, wenn nunmehr die eingehende, von berufenster Seite verfaßte Biographie eines der größten Mathematiker, von C. G. J. Jacobi, vorliegt. Gleich der früher erschienenen Helmholtz-Biographie entwickelt sie das Leben Jacobis in dem engsten Zusammenhange mit seinen Entdeckungen, so gleichzeitig ein lebendiges Bild der Mathematik und der Mathematiker zu Jacobis Zeit in Deutschland entrollend. Aus zahlreichen Briefen, teils von Jacobi selbst, teils von seinen Freunden geschrieben, tritt aber auch das innere Wesen Jacobis in vollster Klarheit hervor, und zwingt den Leser in den Bannkreis einer mächtigen Individualität.

Herglotz.

(Eingegangen 6. März 1905.)

F. Bremer, Leitfaden der Physik für die oberen Klassen der Realanstalten. Mit besonderer Berücksichtigung von Aufgaben und Laboratoriumsübungen. gr. 8. VIII u. 294 S. mit 386 Figuren im Text. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner. 1904. Geb. M. 3,20.

Die für den physikalischen Unterricht an unseren höheren Schulen bestimmten Lehrbücher machen durch ihre Darstellung meist den Eindruck, als ob in diesem Unterricht Physik „gelehrt" würde, d. h. als ob die Gedankenreihen, die vom Experiment zum Gesetz und von da zum neuen Experiment führen, fertig mitgeteilt würden. Und doch hat sich seit Jahren die Überzeugung Bahn gebrochen und mehr und mehr in der Unterrichtspraxis verwirklicht, daß es im Physikunterricht wesentlich auf die Selbstbetätigung des Schülers ankommt, daß nur durch sie das Interesse geweckt, die Beobachtungsgabe entwickelt, die Urteilskraft geschärft und Selbständigkeit im Denken erzielt werden kann. Dadurch ist die Methodik des physikalischen Unterrichts wesentlich verändert, das Lehrbuch stark zurückgedrängt worden. Neben der praktischen Ausgestaltung des Klassenunterrichts hat man auch versucht, praktische Schülerübungen einzurichten. Nachdem H. Hahn vor kurzem in den Sonderheften der Poskeschen Zeitschrift seine Erfahrungen mit diesen Übungen veröffentlicht hat, haben wir hier zum ersten Male einen Leitfaden der Physik, der die Laboratoriumsübungen zur Grundlage des Unterrichts macht, und der deshalb das größte Interesse aller Physiklehrer erregen muß.

Das Buch ist unmittelbar aus dem praktischen Unterricht hervorgegangen und seinen Bedürfnissen angepaßt, einem Unterrichte, dessen Hauptziel ist, die Schüler selbst an die Probleme heranzuführen, sie anzuregen und die Fähigkeit in ihnen zu wecken, die Erscheinungen zu erforschen, und sie so zur Selbsttätigkeit bei der Erwerbung physikalischer Kenntnisse zu führen. Demgemäß enthält das Buch den Lehrstoff nur ganz kurz, nur den „eisernen Bestand" des zum Wissen Notwendigen und in seinem Hauptteil nur eigentlich die Resultate des Unterrichts in knapper, präziser Fassung mit Andeutungen über die zu ihnen führenden Experimente und Schlüsse. Alles Übrige ist in der Form von Aufgaben und Übungen gegeben. Die Aufgaben hat der Verfasser vorwiegend so gewählt, daß sowohl die Lösungsmethode wie die numerischen Resultate rein physikalisches Interesse haben. Trotzdem könnte noch eine ziemliche Zahl derselben, vor allem aus der Mechanik, dem mathematischen Unterrichte zugewiesen werden. Die Laboratoriumsübungen sind, wie der Verfasser versichert, sämtlich von den Schülern unter seiner Aufsicht ausgeführt worden und alle Angaben, die Zahlenwerte und ihr Genauigkeitsgrad sind dem darüber geführten Tagebuch entnommen. In diesen Übungen liegt der besondere Wert des Buches. Sie enthalten eine Fülle des wertvollsten Materials in bezug auf die Konstruktion der Apparate, die Versuchsanordnungen, Beobachtungs- und De-

monstrationsmethoden, darunter vieles Neue, das Bekannte aber immer in eigenartiger Verwertung. Viele von den Übungen stellen wohl an die Geschicklichkeit des Schülers und an seine Sorgfalt in der Behandlung der Apparate (Projektionsapparat, Spektrometer, Galvanometer, Ruhmkorff usw.) recht hohe Anforderungen, so daß da wohl die helfende Hand des Lehrers eine große Rolle spielen muß. Auch ist mit einer Schülergeneration wohl nur ein Teil der angegebenen Übungen durchzuarbeiten. Aber man hat den Eindruck, daß jeder Schüler, der das mit Sorgfalt getan hat, eine ganz vortreffliche physikalische Schulung bekommt.

Bei der Stoffauswahl hat der Verfasser auf Vollständigkeit und streng systematische Anordnung verzichtet. Er läßt unbedenklich Instrumente benutzen, die erst später dem Schüler ganz verständlich werden, wählt aus dem ganzen Stoff neben dem unbedingt Notwendigen nur das aus, was besonders geeignet ist, den Schüler zur Selbsttätigkeit zu erziehen, und läßt fort, was nur rezeptiv aufgenommen wird. Das ist in Rücksicht auf das Ziel des Unterrichts sehr berechtigt, wenn dabei auch vieles fortfällt, was uns im Unterricht lieb geworden ist, z. B. viele interessante Anwendungen. Daß er aber auch die ganze Elektrostatik fortläßt, geht doch wohl zu weit. Es ist ja richtig, daß an der Stelle, wo nach den Lehrplänen die Elektrostatik jetzt steht, sie keine besonders wertvollen Resultate geben kann. Aber die Lehrpläne lassen die Möglichkeit einer Umlegung etwa in dem Sinne, wie es der Verfasser in der Vorrede für wünschenswert erklärt, zu und sie ist an einzelnen Anstalten ausgeführt. Dann kann aber die Elektrostatik nicht übergangen werden und darf also auch nicht in einem, nicht bloß für eine Anstalt bestimmten Lehrbuche fehlen. In der Mechanik stellt der Verfasser das (C.-G.-S) System voraus und will die Bestimmung seiner Einheiten und die Messung mit ihnen zuerst gründlich einüben. Ein wirkliches Verständnis wird aber doch wohl nur erreicht, wenn die Schüler bei den Problemen der Mechanik zu den Messungsmethoden geführt werden und mit ihnen zugleich die mechanischen Gesetze gewinnen. Durch die Vorwegnahme der Messungen wird dann auch die Mechanik des Verfassers sehr arm an Übungen. Das Mathematische und die Aufgabe überwiegt stark. Dass ein Schüler die allgemeine Formulierung des d'Alembertschen Prinzips und seine Benutzung in den folgenden Kapiteln ganz versteht und beherrschen lernt, muß bezweifelt werden. Einzelne Abschnitte der Mechanik, wie die über den Schwerpunkt (Guldinsche Regel) sind rein mathematisch und gehören nach Form und Ausdehnung in den mathematischen Unterricht. Auch der Abschnitt über das Metazentrum paßt nicht recht zum Charakter des Buches; an seine Stelle könnten etwa Übungen über kommunizierende Gefäße, die ganz fehlen, und eine gründlichere Behandlung der Bewegungserscheinungen der Flüssigkeiten und Gase treten. Die mathematische Behandlung ist nicht ganz gleichmäßig, an einigen Stellen, aber nicht überall, wo es zweckmäßig gewesen wäre, werden Differentialquotienten benutzt, Integrationen aber immer durch umständliche Reihensummierungen ersetzt. Sehr zweckmäßig ist die vielfache Anwendung von graphischen Methoden zur Darstellung der Übungsresultate.

Wenn hier auf einige Mängel hingewiesen wurde, so geschah das im Interesse einer weitergehenden Verwendbarkeit des Buches. Sie sind aber als unvermeidliche Folge des individuellen Charakters des Buches, der sich in allen seinen Teilen ausprägt und ihm einen besonderen Reiz gibt, durchaus verständlich. Der Wunsch des Verfassers, dem Lehrer beim Unterricht möglichste Freiheit zu lassen, der die besondere Form des Leitfadens bestimmte, hätte ihn aber doch veranlassen sollen, auch solche Kapitel aufzunehmen und im Charakter seines Buches zu bearbeiten, die er selbst in seinem Unterrichte aus äußeren Gründen nicht oder nicht anders behandeln konnte.

Abgesehen davon ist aber das Buch nach Form und Inhalt eine ganz vortreffliche Leistung. Wie es selbst die Folge eines bemerkenswerten Fortschrittes in der Methodik des physikalischen Unterrichts ist, so wird es auch selbst dazu beitragen, dieser Form des Unterrichts Freunde in immer weiteren Kreisen zu gewinnen und so weiteren Fortschritt anzubahnen, wenn es die Verbreitung findet, die es ganz besonders verdient. E. Götting.

(Eingegangen 7. März 1905.)

K. Koppe-Husmanns Anfangsgründe der Physik mit Einschluß der mathematischen Geographie. Ausgabe B in zwei Lehrgängen. Für höhere Lehranstalten bearbeitet von A. Husmann. II. Hauptlehrgang. Größere Ausgabe: Lehrbuch der Physik. Mit 322 Abbildungen, einer Spektraltafel und einer Sternkarte. 5. Auflage. gr. 8. VIII u. 440 S. Essen, G. D. Bädecker. 1904. Geb. M. 5,20.

Die frühere Auflage der Husmannschen Bearbeitung von Koppes Physik ist im dritten Jahrgang dieser Zeitschrift, S. 327, ausführlich besprochen worden. Was dort von der kürzeren, für Gymnasien bestimmten Ausgabe gesagt ist, gilt auch von der vorliegenden größeren, für Realanstalten bestimmten. Der Lehrstoff ist etwas erweitert, in seinem Charakter aber ungeändert. In dieser Auflage ist der chemische

Abschnitt fortgelassen. Dafür aber ist manches wissenschaftlich und methodisch Neue, z. B. magnetische Kraftlinien (auch von Strömen), Ionen- und Elektronentheorie, Fritter, Kathoden- und Kanalstrahlen, Radioaktivität, aufgenommen. Die „berichtigte" mathematische Entwickelung über die Bewegung der Windmühlenflügel wäre besser ganz weggeblieben, denn die Wirkung des Winddrucks auf bewegte Windmühlenflügel läßt sich nicht durch bloß statische Zerlegung nach dem Kräfteparallelogramm ableiten; deshalb geben die erhaltenen Formeln nicht einmal ein annähernd richtiges Resultat, und der Berechnung des Maximums der Wirkung fehlt die Grundlage. Das was in der ersten Besprechung des Buches bemängelt wurde, ist meist verbessert. Durch diese Änderungen und durch Zufügung einer Reihe neuer Figuren hat die Brauchbarkeit des Buches noch gewonnen.

E. Götting.

(Eingegangen 7. März 1905.)

Fr. Junker, Physikalische Aufgaben aus dem Gebiet des Magnetismus und der Elektrizität für Oberklassen höherer Lehranstalten zusammengestellt. gr. 8. IV u. 48 S. Ulm 1904. B. G. Teubner, Leipzig. M. —.80.

Die in dem vorliegenden Heftchen zusammengestellten Aufgaben sind ziemlich gleichmäßig allen Teilen der Lehre vom Magnetismus und von der Elektrizität entnommen. Die Sammlung mit ihren 300 Aufgaben ist recht reichhaltig und dem Zwecke entsprechend, den Schüler mit den physikalischen Begriffen, ihren Anwendungen und mit den absoluten Massen vertraut zu machen, recht gut ausgewählt. An die Fundamentalaufgaben mit den Lösungen schließen sich Übungsaufgaben, für die nur die Resultate angegeben sind. Die Zahlenwerte derselben sind der physikalischen Praxis entnommen. Das Buch ist für den physikalischen Unterricht recht brauchbar.

Einiges Wenige bedarf der Verbesserung: Bei Aufg. 25 benutzt der Verfasser den in Aufg. 24 für ein kurzes Magnetstäbchen abgeleiteten Potentialausdruck ohne weiteres für ein magnetisches Blatt. In den folgenden Aufgaben ist Potential und Arbeit in der Benennung nicht scharf getrennt (vgl. Aufg. 27, 28 und 30), während sonst große Sorgfalt auf die Dimension und die Benennung verwandt ist. In Aufg. 252 fehlt die Angabe der Stromstärke.

E. Götting.

(Eingegangen 7. März 1905.)

Gustav Jäger, Theoretische Physik. I. Teil: Mechanik und Akustik. 151 S. kl. 8. Sammlung Göschen Nr. 76. Dritte Auflage. Leipzig, G. J. Göschen'sche Verlagshandlung. 1904. Gebunden M. 0,80.

Das Unternehmen, auf 143 Seiten des kleinen Formats der Sammlung Göschen (8 Seiten werden vom Vorwort und der Inhaltsangabe ausgefüllt) die Theorie der Mechanik und Akustik zu behandeln, scheint zunächst unausführbar. Beachtet man indessen, was der Verfasser nach seinen eigenen Worten (vergl. das Vorwort) mit diesem Werkchen beabsichtigt, so darf man ihm die Anerkennung nicht versagen, daß er seinen Zweck voll und ganz erreicht hat. Das Werk soll und kann eben kein Lehrbuch, sondern nur ein Hilfs- und Nachschlagebuch sein, und als solches wird es allen Lesern ausgezeichnete Dienste leisten. Wie der Verfasser selbst sagt, kann er sich bei dem geringen zur Verfügung stehenden Raum „auf subtile theoretische Erörterungen, auf lange Deduktionen, . . . auf Fragen, welche noch Streitgebiet der Wissenschaft sind", nicht einlassen. Ein solches Eingehen ist ja auch nicht Aufgabe eines derartigen Nachschlagewerkes. Es will dem Referenten scheinen, als könnte an einzelnen Stellen der Ausdruck noch etwas klarer gefaßt werden, doch sind das unwesentliche Äußerlichkeiten, die den sonstigen Vorzügen des Büchleins keinerlei Abbruch tun werden. — Auf eine Frage mehr prinzipieller Natur möchte Referent indessen bei dieser Gelegenheit eingehen. Bei der Behandlung des Pendels (§ 9, Seite 21) leitet Verfasser für die Schwingungsdauer den Wert $\tau = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ab. Es wird hier also als Schwingung die sogenannte französische oder Halbschwingung eingeführt, wie dies ja vielfach geschieht. Es wird aber durch eine derartige Verschiedenheit der Definition für die Schwingungsdauer eine gewisse Unsicherheit geschaffen. Im Grunde genommen mag es gleichgültig sein, ob man einen vollen oder einen halben Hin- und Hergang als Schwingung bezeichnen will, indessen dürfte es sich empfehlen, hierin eine Einheitlichkeit anzustreben. Zweckmäßig scheint dem Referenten der Ausdruck „Schlagzeit", wie ihn z. B. Herr Börner in seinem Lehrbuch der Experimentalphysik für die Zeit des halben Hin- und Herganges anwendet. Diese „Schlagzeit" als „Schwingungsdauer" zu bezeichnen, dürfte sich im Hinblick auf unsymmetrische periodische Bewegungen kaum empfehlen. — Mit diesen Betrachtungen soll selbstverständlich gegen das Jägersche Buch keinerlei Tadel ausgesprochen werden. Dasselbe verdient vielmehr die wärmste Empfehlung, wenngleich es derselben wohl kaum mehr bedürfen wird. Bei gebührender Beachtung des Büchleins seitens der beteiligten Kreise dürfte der vorliegenden dritten sehr bald die vierte Auflage folgen.

Max Iklé.

(Eingegangen 10. März 1905.)

A. Riehl, Hermann von Helmholtz in seinem Verhältnis zu Kant. (Aus: „Kantstudien".) gr. 8. 48 S. Berlin, Reuther & Reichard. 1904. M. —,80.

Es ist das unbestrittene Verdienst von Helmholtz über die Kluft, welche infolge der Verirrungen der Schelling und Hegelschen Systeme in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts zwischen Philosophie und Naturwissenschaft entstanden war, durch seine philosophischen Arbeiten wieder eine Brücke geschlagen und auf die große Bedeutung der Kantschen Erkenntnistheorie für die naturwissenschaftliche Forschung hingewiesen zu haben.

Auf die Hauptpunkte der philosophischen Untersuchungen des großen Physikers geht das Buch mit großem Geschick ein und verfolgt insbesondere die Wandlungen, welche im Laufe der Jahre die Anschauungen von Helmholtz durchgemacht haben. Den Gegensatz zwischen ihm und Kant, der namentlich hinsichtlich der Raumlehre und der Stellung der Axiome zweifellos besteht, versucht der Verfasser allerdings in einem für Kant günstigen Sinne aufzulösen, wobei er zu erweisen glaubt, daß die unseres Erachtens berechtigten Einwendungen, welche Helmholtz gegen die Auffassungen Kants gerichtet hat, demselben statt zur Widerlegung vielmehr zur Bestätigung dienen.

Behrendsen.

(Eingegangen 12. März 1905.)

Carl Frenzel, Über die Grundlagen der exakten Naturwissenschaften. Sechs Vorlesungen. gr. 8. 145 S. Leipzig und Wien, Franz Deuticke. 1905. M. 3,—.

Das Buch ist aus einer Reihe von Vorlesungen hervorgegangen, welche der Verfasser vor einem Laienpublikum auf Veranlassung des Vereins zur Abhaltung von Hochschulkursen gehalten hat. Dem jetzt wiederum mehr und mehr in den Vordergrund tretenden Bedürfnis nach einer philosophischen Begründung der naturwissenschaftlichen Grundlagen weiß der Verfasser in einer durchaus dem Zweck entsprechenden Weise entgegenzukommen. Er stellt sich eben auf den Standpunkt, nicht in gelehrter dialektischer Untersuchung seine Aufgabe zu erblicken, sondern die bezüglichen Gebiete, wie Erfahrung, Begriffsbildung, Ableitung naturwissenschaftlicher Gesetze, Hypothese, Naturprinzipe, Kausalität, Erkenntnislehre und anderes, auch inhaltlich sorgfältig zu besprechen und sachlich zu erläutern. Wer sich über diese Fragen eine Übersicht verschaffen will, dem kann das Frenzelsche Buch warm empfohlen werden.

Behrendsen.

(Eingegangen 12. März 1905.)

Berichtigung.

Herr Chefingenieur Friedrich Dessauer macht uns freundlichst darauf aufmerksam, daß der von Herrn Prof. Dr. von Kowalski und ihm gestellte Antrag (Bericht vom Röntgenkongreß **6**, 366, 1905), es solle eine Gruppe von Physikern, Technikern und Ärzten zur Beratung der Intensitätsfrage zusammentreten, natürlich nur „beratende", keineswegs „entscheidende" Ziele haben sollte. Beabsichtigt ist nur eine Klärung durch kritische Prüfung und Besprechung der verschiedenen vorgeschlagenen Dosierungsmethoden für Therapie auf der Basis der jetzigen physikalischen Kenntnisse. Der Bericht über den Röntgenkongreß enthält hier versehentlich das Wort „Entscheidung".

Zuschriften an die Redaktion.

Das elektrotechnische Laboratorium zu Aschaffenburg schreibt uns:

Sehr verehrte Redaktion!

Nach englischen und deutschen Zeitungsberichten ist der Preis des rein. kristall. Radiumbromids auf 400—500 Mk. pro Milligramm gestiegen und es bietet sich keine Aussicht, daß er sich in absehbarer Zeit ermäßigen wird.

Da wir nun über eine kleine Menge (etwa 50 Milligramm) reines kristall. Radiumbromid verfügen, so erklären wir uns bereit, hiervon nur einen Teil (in Kapseln zu 5 und zu 10 Milligramm) zu wissenschaftlichen Zwecken den physikalischen Instituten abzugeben und zwar zu einem mäßigeren Preise oder auch leihweise, zur Anstellung von Versuchen.

Wir bitten Sie, im Falle Sie die Sache für wichtig genug halten, diese Notiz unter Zuschriften an die Redaktion aufzunehmen.

Aschaffenburg (Bayern).

Mit vorzüglicher Hochachtung
ergebenst
Elektrotechnisches Laboratorium.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Es habilitierte sich: Dr. Hans Pexider für Mathematik in Bern; Dr. Emil Abel für physikalische Chemie und Elektrochemie in Wien.

Dem Privatdozenten für technische Mechanik nebst Festigkeitslehre und Hydraulik an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe, Ingenieur Karl Joh. Kriemler, ist der Titel „außerordentlicher Professor" verliehen worden. — Dem Privatdozenten für Chemie der Kohlehydrate an der tschechischen technischen Hochschule in Prag, Emil Votocek, wurde der Titel eines „außerordentlichen Professors" verliehen.

Es wurde berufen: Der Oberlehrer an der Navigationsschule zu Elsfleth, Dr. Emil Timerding, zum Professor der angewandten Mathematik an der Kaiser Wilhelms-Universität zu Straßburg.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Professor Dr. Emil Warburg, ist zum ordentl. Honorarprofessor in der philosophischen Fakultät der Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin ernannt worden.

Es starb: Am 15. Juni Ingenieur Johann Hermanek, Professor für Hydromechanik an der technischen Hochschule in Wien, 41 Jahre alt.

Gesuche.

Promov. Physiker gesucht

möglichst mit Chemiestudien zur wissensch. Durcharbeitung verschied. Patente als dauernder Assistent gegen entsprech. Vergütung, ev. Beteiligung. Offert. unter **No. 197** an die Exp. dieser Zeitschrift.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.